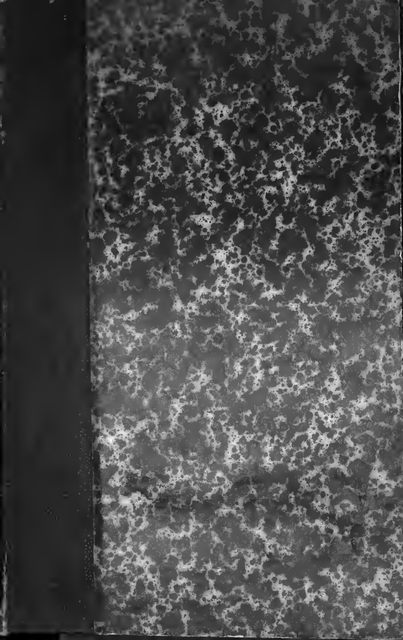
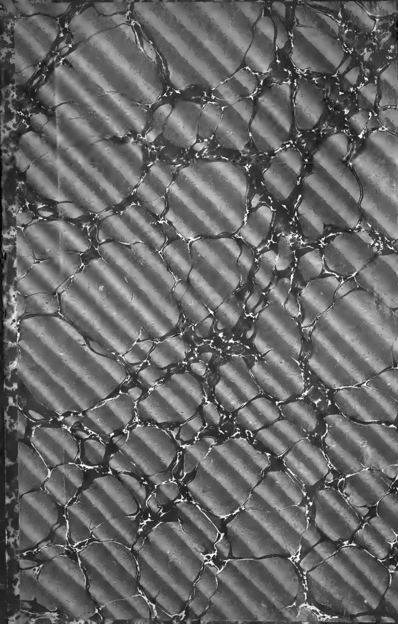
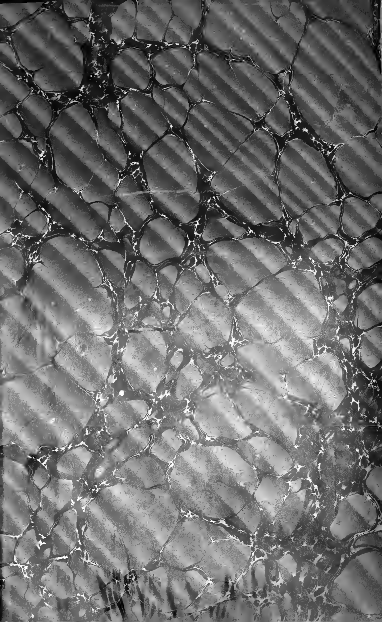






ASSAINISSEMENT

DES VILLES

PAR

L'EAU, LES ÉGOUTS, LES IRRIGATIONS

12398 — PARIS, IMPRIMERIE A. LAHURE
Rue de Fleurus, 9

ASSAINISSEMENT

DES VILLES

PAR

L'EAU, LES ÉGOUTS, LES IRRIGATIONS

PAR

A. MILLE

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES EN RETRAITE

CONSEIL DE LA VILLE DE PARIS



PARIS

V^{VE} CH. DUNOD, ÉDITEUR

LIBRAIRE DES CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES

49, QUAI DES AUGUSTINS, 49

—

1885

A MADAME HENRI DECROIX

Ma fille chérie, je te dédie ce livre : il t'appartient, tu as voulu qu'il soit fait pour retracer ma vie d'ingénieur. Au milieu des soins de tes enfants, tu as trouvé le temps de mettre l'ordre et la netteté dans ces feuillets confus, qui sortaient d'un travail pénible. Après toi, j'ai eu l'aide de ton frère, et les jours de crise, toute la famille s'attelait à la revision et à la copie ; ce sont pour moi des souvenirs heureux.

Puissent ces récits du développement d'une question d'hygiène, très agitée aujourd'hui, intéresser quelques amis. S'ils sont contents, c'est à vous, enfants chéris, qu'ils auront à renvoyer les remerciements.

Ton père affectionné,
A. MILLE.

Choisy-le-Roi, 9 *avril* 1885.

PRÉFACE

Ce livre est le résumé de mes études d'ingénieur.

Attaché en 1848 à la ville de Paris, je fus à cette époque chargé du dépotoir de la Villette et de la voirie de Bondy.

Je quittais les chemins de fer : le service des vidanges me parut une disgrâce.

Puis, je me rappelai que Télémaque, exilé dans les déserts de Libye, s'était relevé en civilisant les rudes bergers qui l'entouraient, et je tentai d'améliorer les hommes et les lieux : la propreté, la salubrité arrivèrent par l'eau, la ventilation, les plantations. Une note insérée dans les *Annales des ponts et chaussées* eut un prix : la vocation fut décidée.

L'application des engrais à la terre venait d'elle-même comme un souvenir de mon pays d'origine, la Flandre : elle fut poursuivie avec M. le professeur Moll.

Les eaux d'égout n'étaient-elles pas aussi un engrais liquide? M. Hausmann, le préfet qui, appuyé sur MM. Alphand et Belgrand, transformait Paris, accepta l'idée de l'utilisation des eaux d'égout.

Je reçus des missions pour l'Angleterre, l'Italie et l'Espagne. Je revins avec un projet d'irrigation dans les plaines perméables des environs de Paris. J'obtins l'aide excellente de M. Durand-Claye, et tous deux, avec la même foi, nous eûmes à travailler les essais qui ont fait la plaine de Gennevilliers.

Nos efforts conquirent des convictions. L'irrigation fut ad-

mise comme le procédé qui réaliserait l'assainissement de la Seine, salie et gâtée par les émissaires des égouts. Dès lors tous les projets d'amélioration comprirent l'épuration des eaux par le sol. Presque toutes les commissions qui eurent à traiter la question de la salubrité de Paris, admirent l'union des trois services, les eaux, les égouts, les irrigations, objet de ce livre.

Le récit comprend des notes personnelles, complétées par des emprunts tirés des auteurs spéciaux. Ainsi, pour les irrigations du midi de l'Espagne, j'ai pris les règlements de la *Huerta de Valence* à l'ouvrage très sûr de M. Aymard (1864).

Pour Paris, les renseignements abondent.

Les *Eaux anciennes* de Belgrand sont une mine où l'on trouve tout, le texte et les figures.

Le *Canal de l'Ourcq* a été raconté par son auteur, Girard. A l'époque moderne, le Mémoire du Préfet au Conseil municipal en 1854, la Note du Directeur au Conseil en 1879, les procès-verbaux de la Commission technique de 1883 et 1885, fournissent les considérations, les chiffres, les paroles même de la discussion. Je n'ai donc été le plus souvent qu'un rapporteur, mais il était utile de ranger les faits dans l'ordre historique : l'explication, l'esprit des décisions s'en dégage.

Enfin, je ne puis oublier pour les planches le concours qu'a bien voulu me prêter M. Corot.

Les progrès de l'hygiène représentent une révolution peut-être aussi grande que celle des chemins de fer : les deux mouvements se tiennent et s'entraînent, et l'avenir en remerciera notre temps,

A. MILLE.

Choisy-le-Roi, 16 février 1885.

BIBLIOGRAPHIE

I. ASSAINISSEMENT A L'ÉTRANGER.

Espagne. *Les Irrigations du Midi de l'Espagne*, Aymard, 1864.

Italie. *Les Aqueducs de Rome*, Belgrand, 1875; *les Prés-Marcites du Milanais*, Mille, 1862.

Angleterre. *Rapport au préfet*, Mille, 1860; *les Collecteurs de la Métropole*, Baralgette, 1865; *le Rapport sur la pollution de la Mersey*, 1870.

Allemagne. *Assainissement de Berlin*, Hobrecht, 1884.

II. ASSAINISSEMENT DE PARIS.

Première époque. *Les Eaux anciennes*, Belgrand, 1877; *les Égouts de la ville*, Parent-Duchâtelet, 1835; *les Vidanges publiques*, Mille, 1854.

Deuxième et troisième époque. *Le Canal de l'Ourcq, les Canaux*, Girard, 1832; *la Distribution*, Emmery, 1840.

Quatrième époque. *Le Mémoire au Conseil*, 1854, M. Haussmann; *Notice sur Belgrand*, Mille, 1878; *Comptes rendus de 1868-1869*, Mille et Durand-Claye.

Cinquième et sixième époque. *Enquête de 1876*, MM. Bouley et Schlœsing; *Note du directeur*, 1879, M. Alphand; *Enquêtes de la Commission technique*, MM. Alphand, Fauvel, Bouley, Durand-Claye, 1883 et 1885.

TABLE DES FIGURES

ASSAINISSEMENT

PAR

LES EAUX, LES ÉGOUTS, LES IRRIGATIONS

EXPOSÉ

Au moment où la ville de Paris veut réaliser l'assainissemen des habitations et de la rivière, réclamant un domaine d'arrosage qui permette l'utilisation complète des eaux d'égout, il est intéressant de rechercher comment a pu être résolu un problème discuté avec autant de passion que les questions politiques.

La lutte pour l'assainissement commença vers 1850, lorsque les chemins de fer vinrent modifier toutes les conditions de la vie. Les capitales, formant appel sur les réseaux de chaque pays, ont grandi outre mesure depuis cette époque, et ont atteint des chiffres inouïs de population.

Londres a cinq millions d'habitants, Paris deux millions, Berlin et Vienne un million. Il a fallu refaire les voies de circulation, et du même coup, les maisons. Les besoins de salubrité pesaient avec force. Comment répandre partout l'air, la lumière, l'eau pure? comment emporter l'eau sale hors des logements et de la rue? comment empêcher le fleuve d'être souillé, *pollué*,

comme disent énergiquement les Anglais? Autant d'embarras qui se présentaient ensemble et qu'il fallait prendre corps à corps.

Mais ces questions sont de tous les temps, de tous les pays. Pour transformer Paris il est sage de se renseigner, de connaître les procédés employés à l'étranger, soit au Midi, sous le soleil de la Méditerranée, soit dans la région pluvieuse du Nord : Paris, avec son climat tempéré, doit participer des deux.

Ce sera la division de notre étude. L'Espagne et l'Italie nous montreront d'abord les besoins et les effets de l'irrigation ; nous rencontrerons ensuite, en Angleterre et en Allemagne, comme conditions de salubrité, le drainage du sol et l'assainissement des rivières.

Ainsi renseignés, nous pourrons mieux apprécier ce qu'il convient de faire à Paris.

I. LES IRRIGATIONS DU MIDI

I. ESPAGNE

Climat et sol. — Provinces. — Quand on parcourt l'Espagne en été, on est frappé de la sérénité dévorante du ciel, de la solitude aride des plateaux, et par contre, de la beauté des cultures le long des canaux d'arrosage. Il pleut très peu en Espagne, et les sécheresses y sont prolongées. Avoir de l'eau est nécessaire : quand on en a, on obtient sous cet ardent soleil une végétation féconde. Aussi, à toutes les époques s'est-on occupé des eaux. Les Romains ont construit les premiers aqueducs des villes. Les Arabes ont introduit les fontaines jaillissantes dans les jardins, et l'irrigation en plaine. Les Espagnols, à leur tour, ont créé les réservoirs dans la montagne et réglementé la distribution.

Vue dans les Castilles, l'Espagne est un immense plateau qui, de la cote 800 mètres, descend brusquement à la mer. Deux grandes vallées l'enserrent : au nord, l'Èbre qui répond aux provinces d'Aragon et de Catalogne; au midi, le Guadalquivir, le fleuve d'Andalousie. Enfin au bord de la Méditerranée s'étendent Murcie et Valence.

Les hauts plateaux de Castille, d'origine tertiaire et lacustre, comme la Beauce, sont aussi la région des céréales et des pâturages à moutons. Là, à l'altitude de 600 mètres et au centre

géométrique des Espagnes, Philippe II a placé la capitale, Madrid, ville peu favorisée de la nature, car le Mançanarès ne lui donne pas d'eau, et elle n'a de fontaines et de distributions que depuis l'exécution du canal Isabel II, qui doit procurer aussi l'arrosage à la banlieue. Ce n'est pas encore à Madrid, qu'il faut chercher des modèles; mais des Castilles descendons dans les vallées, d'abord en Andalousie, à Séville et Grenade, puis sur le littoral, à Valence; nous verrons ce que deviennent, dès que l'eau y pénètre, les habitations, les jardins et les cultures.

SÉVILLE

Séville, qui compte aujourd'hui 140000 habitants, est bâtie dans une plaine fertile, sur le cours maritime du Guadalquivir. Elle fut toujours une cité de premier ordre. Les Romains lui donnèrent l'aqueduc de Carmona. Les rois maures lui laissèrent le palais de l'Alcazar, remarquable même à côté de l'Alhambrah de Grenade. Après la découverte de l'Amérique, c'est ici l'entrepôt du commerce et le siège du gouvernement des Indes. Les arts y font naître Murillo et son école. On se prend à penser à Anvers, à l'Escaut et à Rubens; mais que les conditions de climat sont différentes!

La maison. — A Séville, la température de 30 à 36°, en moyenne, les jours d'été, la réverbération du soleil, l'éclat d'un ciel toujours d'azur, font rechercher avant tout l'ombre et la fraîcheur; on retrouve dès lors dans la maison le type de Pompéi. L'atrium, devenu le *patio*, est une cour carrée aux dallages de marbre, entourée de portiques, avec fontaine jaillissante au centre.

C'est dans le patio, qui groupe autour de lui les pièces du rez-de-chaussée, que se passe la vie presque entière, près de la fontaine, sous un velum tendu contre le ciel et dans une fraîcheur calme et assombrie.

Les eaux. — Les eaux viennent des sources de Carmona, dérivées, dit-on, du temps de César, à 10 kilomètres de Séville. Elles circulent souterrainement jusqu'à un escarpement au niveau de la plate-forme de la Giralda, qui est la tour arabe de la cathédrale. Alors commence une ligne antique de 400 arcades à double étage, qui amènent 4000 mètres cubes par vingt-quatre heures à un château d'eau primitif placé à la porte de Carmona. C'est une cuvette en couronne demi-circulaire, où le partage des eaux s'établit par des segments proportionnels à l'importance des six quartiers à desservir. Les conduites maîtresses sont des tuyaux de poterie de $0^m,20$, emboîtés les uns dans les autres et noyés dans un massif de béton et briques. Au droit de chaque maison se détache un branchement aussi en poterie, qui alimente un petit réservoir placé au rez-de-chaussée. De là part la canalisation en plomb, allant au patio, à la cuisine, au jardin.

Quant aux eaux sales, elles peuvent s'écouler par de simples drains carrés, en brique, et de $0^m,30$ d'ouverture. Réservés aux eaux pluviales, n'ayant que des pentes faibles, ces égouts débordent souvent, et inondent les rues lors des crues du fleuve. Par prudence, on interdit de leur envoyer les eaux ménagères et les vidanges, qu'on laisse filtrer dans le sol. Mais il y a des exceptions de faveur. Les propriétaires influents obtiennent permission de se mettre en communication avec l'égout de la rue; tous leurs résidus liquides s'y perdent alors et tombent au Guadalquivir.

Une maison à Séville, avec ses appartements sous les portiques du patio, avec ses habitudes de monde autour de la fontaine, dans la cour de marbre, avec ses eaux fournies par un aqueduc et drainées par des caniveaux de briques, représente ce qu'était la vie intérieure dans l'antiquité et ce qu'elle est encore en pays arabe.

GRENADE

Topographie. — Si, quittant Séville, on remonte le Xenil, affluent du Guadalquivir, en s'élevant jusqu'à l'altitude de 690 mètres, on arrive à un cirque de 68 kilomètres de tour enveloppé par les cimes neigeuses de la Sierra Nevada. Grenade, placée au bord supérieur du cirque, eut pour origine et pour citadelle la colline haute de l'Alhambrah, que contourne le Darro, torrent qui se jette dans le Xenil. L'Alhambrah contenait les palais; les jardins étaient plus loin, au dehors, sur les pentes du Généraliffe.

Quand les Maures de Baëza furent chassés par les Castillans, ils vinrent se réfugier sur une seconde colline, au nord de la forteresse, et y bâtirent le quartier de l'Albaycin, longtemps le mieux habité.

Quand à leur tour les Maures d'Antequera eurent à chercher un asile, ils s'établirent sur une troisième colline basse, au sud. Une place, la Brambilla, lieu des fêtes, une rue marchande, le Zacatin, assez étroite pour n'admettre que des piétons et des mules, formaient le lien des trois quartiers, qu'ensemble on comparait à une grenade ouverte. La ville chrétienne descendit dans la plaine, près du confluent du Darro et du Xenil.

Les eaux. — Au temps de sa splendeur, Grenade, qui avait rassemblé tout ce que les Maures d'Espagne avaient d'hommes vaillants, industrieux et raffinés, comptait une population de 400 000 âmes, réduite à 70 000 aujourd'hui. Au milieu de ce peuple serré et plein de besoins, le service des eaux fut l'un des plus développés, et il est resté ce qu'il était avant la conquête de 1492. « Nous faisons ce que faisaient les Maures », telle est la réponse qui met presque toujours l'étranger en face de la tradition. Or le système des Maures se compose simplement de dérivations.

Les dérivations du Darro et du Xenil sont traitées avec une simplicité presque grossière, quoiqu'elles doivent satisfaire aux exigences d'une distribution variée. Le Darro livre l'eau aux jardins du Généraliffe, aux bassins de l'Alhambrah et au service à domicile dans Grenade, tandis que le Xenil, moins torrentiel, fait les arrosages de la Vega, plaine de 19 000 hectares.

Le Darro est barré par un cordon de fascinages et de galets à 6 kilomètres au nord et à 157 mètres au-dessus du Salon du Xenil, promenade dont le niveau est adopté comme repère. Les eaux circulent alors jusqu'à destination dans un canal de 0m,80 creusé à ciel ouvert et à flanc de coteau. Le Xenil n'eut longtemps aussi qu'une retenue en fascinages, emportée à chaque crue et rétablie ensuite; mais actuellement le barrage est en maçonnerie, et le canal maçonné de 2m,70 de largeur roule environ 2 mètres cubes par seconde. Par cette double prise, on profite des ressources naturelles. Les neiges de la Sierra Nevada, frappées par l'ardent soleil d'été, fondent et remplissent les ruisseaux à l'époque où l'on a le plus bessin d'arrosage et de fraîcheur. Le Darro apporte ses pentes excessives, le Xenil ses sources limpides, qui jaillissent partout dans les graviers du lit.

Le Généraliffe. — Au Généraliffe, qui était la maison de campagne des rois maures, la prise près du barrage se fait au moyen d'une auge à trois trous bouchés par des tampons.

En ouvrant l'un des trous de côté, l'eau ruisselle vers des rigoles tracées de niveau et formées de trois briques; elle mouille alors les vergers d'orangers et de citronniers, ainsi que les plates-bandes de culture maraîchère. Si l'on enlève de face un autre tampon, le flot se précipite sur la ligne de plus grande pente et va chercher les rampes des terrasses, qui, garnies de fleurs, plantées d'arbres verts, de cyprès surtout, se succèdent d'étage en étage comme des jardins suspendus. Les eaux courent sur les balustrades d'escaliers, ayant pour lit des tuiles demi-

circulaires vernissées. Arrivées aux paliers, elles disparaissent, pour rejaillir plus bas dans des coupes de marbre. En un moment, on est sous des gerbes irisées, sous des jets étincelants qu'on ne retrouve peut-être qu'au bassin de Neptune, à Versailles. Et pourtant il n'y a pour conduites que des poteries et des tuiles, avec des tampons pour robinets.

L'Alhambrah. — A l'Alhambrah, les effets sont plus calmes. L'immense palais est une suite de patios, de cours de marbre aux parois de faïence, aux arcades légères formées par l'ogive à lancettes ou le fer à cheval. Deux patios, la cour des Myrtes et la cour des Lions, montrent le parti que les Arabes savaient tirer des eaux. La cour des Myrtes, bain des sultanes, est un miroir d'eau limpide, bordé par des lignes de fleurs et d'arbustes. L'eau vient des fontaines qui rafraîchissent les angles des colonnades, et elle s'échappe en trop-plein par de simples rainures tracées dans le dallage de marbre. La cour des Lions, modèle de l'élégance et du goût arabes, a pour motif central une fontaine, toujours en marbre blanc, entourée de douze lions de bronze assez grossièrement figurés. L'eau s'échappe à gros bouillons de la coupe supérieure, se déverse en filets d'une première vasque, puis, passant à travers le corps des lions, vient jaillir de leurs gueules.

Encore une rainure, pour perdre le trop-plein à l'égout, qui n'est aussi qu'un système à quatre briques assemblées.

Et pour obtenir ces merveilles qui ne cessent ni jour ni nuit, à peine quelques ajutages en plomb, quelques robinets de bronze!

La ville. — En ville, dans le dédale des rues moresques, se cache un réseau de tuyaux de poterie de $0^m,20$ de diamètre, noyés dans une enveloppe de ciment.

Ce réseau est un secret que les seuls fontainiers possèdent et qu'ils se passent en héritage de père en fils.

La distribution s'opère de deux façons : les belles habitations jouissent d'un filet continu, et alors on y voit le luxe des fleurs autour de la fontaine. Les maisons ordinaires n'ont droit qu'au remplissage périodique de leurs « tinajas », grandes jarres en terre cuite qu'on enfouit dans la cave pour les tenir au frais. Quand le fontainier de service passe devant la maison, il ôte un caillou qui bouche le trou d'une dalle de la rue, et plonge un bâton garni d'un linge dans la conduite publique.

L'eau barrée monte au branchement particulier et remplit les jarres. Si l'on veut de l'eau plus limpide et plus fraîche, on va la chercher aux citernes de l'Alhambrah, remplies également par le Darro.

Le Darro, barré à l'amont pour l'alimentation d'eau pure, devient, dans la traversée des quartiers moresques, l'égout collecteur qui reçoit toutes les eaux sales et les porte au Xenil, chargé des irrigations de la Vega.

La plaine. — La plaine de la Vega est un cirque d'alluvions figurant une ellipse de 28 kilomètres de longueur sur 11 de largeur, et enfermant 19 000 hectares. Du haut de la Torre di Vela, tour où fut planté en 1492 l'étendard de Castille, et dont la cloche est chère au pays, parce qu'elle sonne les tours d'arrosage, on aperçoit au loin la plaine fécondée par l'irrigation, et l'on voit partout des fleurs, des arbres et des cultures variées, au milieu des rigoles qui les baignent.

Malheureusement, ce n'est qu'une oasis perdue dans les montagnes. Grenade, tombée de 400 000 habitants à 70 000, manque de débouchés. Le réveil ne viendrait que si les conditions économiques s'amélioraient, si ce fertile bassin, mis en communication avec la mer avait, comme Valence, les marchés de Londres et de Paris à approvisionner.

Les procédés arabes. — Refuge des Maures d'Espagne, Grenade leur dut sa grandeur. Mais depuis la ruine de ses

anciens maîtres, Grenade n'est plus qu'un témoin du passé, utile à consulter parce qu'il montre avec quels faibles moyens l'art peut utiliser des ressources naturelles. Dans la question des eaux, les Maures ont été prodigues des deux éléments dont nous sommes forcément avares, la masse et la vitesse. Ils avaient pour eux les neiges éternelles de la Sierra Nevada et les fortes pentes des torrents; ils en ont tiré, avec des procédés grossiers, des chefs-d'œuvre, comme les cascades jaillissantes des terrasses du Généraliffe et les calmes effets des fontaines de l'Alhambrah.

VALENCE

Topographie. — Avec sa banlieue et le petit port de Grao, Valence constitue une agglomération de 110000 âmes. Elle occupe le centre d'une plaine demi-circulaire, circonscrite par les montagnes et enfermant 10500 hectares. Cette étendue, coupée de canaux d'arrosage, morcelée en terrains maraîchers, plantée de palmiers, d'orangers, de grenadiers, de mûriers, est traversée de l'ouest à l'est par le Turia ; une mer étincelante en forme du nord au sud le grand diamètre de base.

Dès que le Turia débouche des montagnes, il est utilisé. On se trouve alors en présence d'un vaste système d'irrigations soumis à une administration régulière et assujetti à des prises d'eau bien déterminées : On est dans la Huerta (*Hortus*), dans le jardin de Valence.

Les eaux d'arrosage. — Le Turia, rivière torrentielle à fond mobile et qui parfois a des crues de 6 mètres de hauteur, garde ici un débit d'étiage d'un peu plus de 11 mètres cubes par seconde. Ce volume est réparti entre sept barrages maçonnés qui s'échelonnent les uns au-dessus des autres et qui sont construits dans les meilleures conditions pour résister aux affouillements ; très peu de saillie, ce sont plutôt des seuils invariables, à pente douce sur le couronnement, parements en pierres


PROVINCIA DE VALENCIA
PLANO DE LAS ACEQUIAS REAL DEL JUCAR Y DEL TURIA CON INDICACION DE LAS acequias secundarius.
Escala de 0,008 por 1 Kilometro
10 Kilometros
CANAUX D'ARROSAGE A VALENCE.
Alcira
Alberique
Mulata
Cabanes
Tarragona
Algemesi
Algemesi
Alginet
Cotes
Albalat
Espioca
Picasent
Alcacer
Benifayo
Almusafa
Sollana
Domino
Sueca
Huerta de Sueca y Cullera
Cullera
Silla
Albal
Catarroja
Masanasa
Alfafar
Sedavi
L. Nuevo
Benetuser
Patraix
VALENCIA
Ruzafa
Fuente Santa
Brosquil
Nazaret
Pinedo
Grao
Hª de los Angeles
ALBUFERA (Laguna)
I. del Estella
Palmar
I. del Tesoro
DEHESA
Soler
Torre Nueva
MAR MEDITERRANEO
Rafol
S. Gregorio
Aldaya
Alaquas
Manises
S. Onofre
Torre Paterna
Paterna
Casas de Torrente
Cuarte
Chirivella
Picaña
Vistabella
Portugalet
Cruz de Torrente
Paiporta
S. Joaquin
Mislata
Cruz
Rio Turia
Benimamet
Godella
Beniferri
Bencalaf
Campanar
Esperanza
Barboto
Masarroches
Sta Barbara
Moncada
Benifaraig
Carpesa
Vilanesa
Cto S. Onofre
Sta Magdalena
Taberna
Marambell
Bonrepos
Foyos
S. Miguel de la Reyes
Benimaclet
Almasera
Cruz
Meliona
Alboraya
Albalat
Venta del Emperador
Masamagrell
Rafol-buñol
Moratall
La Greu
Valle de Jesus
Maquella
Musalfasar
Albuixet
Ara Christi
Mesones
Puig
Puzol
Murviedro (antigua Sagunto)
Rio Valencia
Rio Jucar
Barranco
Albufera
Grave par L. Sonnet, 39 Boulᵈ Sᵗ Germain
Paris Imp Fraillery

de taille solidement assemblées. Ces ouvrages datent des Maures, ils ont huit cents ans d'existence, et ils tiennent encore contre les crues du torrent.

Quant aux prises en tête des canaux d'arrosage, des *acequias*, elles consistent en ouvertures maçonnées de 1 à 2 mètres de largeur, avec des vannages fermés par des vis en bois. Les hauteurs des seuils par rapport à la crête des barrages, comme les largeurs des ouvrages, sont connues et inscrites dans les pièces d'archives des associations.

La dotation de chaque acequia est fixée par des titres qui distribuent entre les ayants droit 138 filets d'eau. Qu'est-ce que le filet? On ne le sait guère, mais on constate que, dans la sécheresse d'étiage, chaque association se trouve avoir une part proportionnelle du débit total, comme si de sentiment les Maures avaient cherché la répartition en parties aliquotes, ce qui est au fond la répartition d'équité.

Les canaux qui distribuent l'eau dans la Huerta viennent aussi des Maures, car on les trouve désignés dans les chartes du treizième siècle. A cette époque le conquérant, don Jayme d'Aragon, eut la sagesse de maintenir ce qui existait.

« Vous jouirez des eaux, dit-il aux usagers, ainsi qu'on l'avait établi et pratiqué du temps des Sarrasins. »

Don Jayme prit en outre une mesure dont nous verrons les conséquences : il augmenta la dotation du canal de Cuart, sous condition que les eaux couleraient deux heures chaque jour pour laver les égouts de Valence.

Récoltes. — Dans la Huerta, on fait en grande culture quatre récoltes en deux ans, chanvre, haricots, blé, maïs. En culture maraîchère, il y a production sans relâche de primeurs, pois, artichauts, melons, piments. On va chercher les fumiers de la ville, on achète beaucoup de guano ; de plus on a dérivé les eaux d'égout. Dès qu'elles sortent de la porte des Juifs et atteignent le territoire dé Rusafa, elles sont barrées et aban-

donnent une boue qu'on dessèche et qui devient du terreau, tandis que les eaux troubles sont directement appliquées en irrigation. Comme elles portent l'engrais avec elles, elles font de leurs usagers, les plus favorisés, les plus riches cultivateurs de la plaine.

En outre des céréales et des légumes, le pays a des mûriers plantés sur le bord des rigoles, et qui permettent l'éducation des vers à soie. Les fruits, les oranges et les grenades réussissent en grand du côté d'Alcira, sur les bords du canal royal du Xucar, qui roule 22 mètres cubes par seconde.

Vers la mer, du côté des lagunes de l'Albufera, sont les rizières. Rien ne manque, pas même la canne à sucre, qui alimente ici déjà des sucreries.

Valeur de la terre. — La richesse créée par l'irrigation peut se prouver d'un mot. Les terres arrosées, les *regados*, se vendent de 9 à 11 000 francs l'hectare, là où les terres de même région non arrosées, les *secanos*, valent à peine 1000 francs. On affirme qu'un ménage valencien, type de travail infatigable et de sobriété, vit sur un jardin de 2 *fanegas*, ou 1650 mètres carrés, sur moins d'un cinquième d'hectare, en payant pourtant un cher fermage.

Ainsi l'eau a décuplé la valeur de la terre.

Les syndicats. — Les sept acequias répondent pour l'administration à sept syndicats distincts qui régissent à peu près autant de communes.

Longtemps l'usage et la coutume ont suffi aux associations; mais on a senti les lacunes de la tradition, et on l'a remplacée, surtout au siècle dernier, par des règlements discutés entre les intéressés et sanctionnés par l'administration supérieure.

En voici la substance.

Règlements. — Dans la plaine de Valence l'eau est l'annexe

de la terre. Nul ne peut vendre une terre sans le droit à l'usage de l'eau.

Cette prescription s'applique même aux tours d'arrosage, que nul ne peut vendre ni céder. L'eau non utilisée fait retour à la masse, et va aux besoins à satisfaire ailleurs.

Les usagers de chaque acequia forment une association qui se réunit en assemblée générale pour les affaires importantes, préparation ou réforme du règlement, nomination du syndic et des élus qui forment le comité d'administration, vote de l'impôt pour le curage, l'entretien ou les travaux neufs. Les décisions se prennent à la majorité des voix, sans tenir compte des hectares représentés.

Le syndic. — A la tête de l'association est un syndic.

Le syndic est le dispensateur des fonds de la communauté, le régulateur de la répartition des eaux en temps de disette, et le juge des contestations relatives aux arrosages. Malgré ces fonctions importantes, le syndic peut ne savoir ni lire ni écrire; mais il doit être laboureur, *sindaco-labrador*, et l'un des bons et honnêtes cultivateurs de la commune. Il est assisté par des élus, et a pour agents un conducteur des travaux, des surveillants d'arrosage et un garde.

L'arrosage commence à l'amont, à la tête du canal, et se poursuit sans désemparer jusqu'à l'extrémité d'aval. La durée d'ouverture des vannes n'est limitée que par les besoins de la récolte. En temps de sécheresse le syndic ne considère plus qu'une chose, les récoltes qu'il faut sauver, et les chanvres passent en première ligne parce qu'on les coupe en juillet.

C'est donc l'administration du père de famille.

Le tribunal des eaux. — Reste à juger les contestations, et ici paraît une institution populaire à laquelle le gouvernement central a toujours craint de toucher : c'est le tribunal des eaux, *el tribunal de las aguas*. Tous les jeudis, à onze heures, la

foule s'assemble devant le portail oriental de la cathédrale : du temps des Maures c'était l'entrée de la mosquée, et là se rendait la justice. Les sept syndics prennent place et font appeler les causes, qui sont de deux sortes : contraventions constatées par le garde, ou plaintes d'un usager contre un autre.

Le syndic de l'acequia où le fait s'est passé expose l'affaire comme ministère public ; il laisse l'appréciation à ses collègues, qui jugent séance tenante et prononcent la sentence en valencien : c'est l'ancienne langue limosine, que le castillan n'a pu vaincre.

L'appel est de droit, mais personne n'en use, et la décision est obéie, souvent même sans que le notaire ait à l'enregistrer.

L'irrigation modèle. — Du riche pays de Valence, qui fait les légumes, les oranges, les grenades, la soie, le riz et même le sucre; qui expédie des primeurs aux halles de Paris et qui approvisionne d'oranges les marchés de Londres et de New-York, nous emportons plus d'un souvenir.

L'irrigation y décuple la valeur du sol, et les terres arrosées valent dix fois le prix des terres sèches.

Les eaux d'égout se révèlent comme un engrais complet, puisque là où on l'emploie, la terre ne réclame plus ni fumier ni guano.

Enfin la Huerta, où les intérêts d'un riche labeur pourraient exalter des natures violentes, la Huerta s'administre tranquillement, sous l'empire de règlements qu'un syndic laboureur applique en père de famille.

Quittons l'Espagne et passons maintenant en Italie; mais avant d'aborder les irrigations du Milanais, tentons de reconnaître ce qu'était l'assainissement dans l'ancienne Rome, la ville modèle de l'ancien monde.

II. ITALIE

ROME ANCIENNE

Climat et sol. — Qu'était Rome autrefois au point de vue de la salubrité? Était-ce une ville soumise au mauvais air, à la *malaria*, à la fièvre, comme on le dit de Rome moderne?

Rome a été choisie trois fois comme capitale, par les Césars, par les papes et, de nos jours, par les rois d'Italie. Au temps d'Auguste elle a 1 350 000 habitants; elle tombe à 17 000 au moyen âge, pendant le schisme; elle se relève au retour des papes, et a repris aujourd'hui 250 000 âmes de population. On peut donc vivre à Rome; mais les conditions naturelles sont difficiles, et il faut réagir contre elles surtout par le drainage du sol et l'abondance des eaux vives.

Rome, la ville des sept collines, est bâtie sur un tuf volcanique perméable, qui repose sur la couche imperméable des marnes subapennines. Les hauteurs sont saines, les bas-fonds humides et insalubres. Le Tibre y ajoute ses inondations : comme son affluent principal, l'Anio, a même longueur que lui, les crues dues aux fontes de neige dans l'Apennin se présentent ensemble au confluent dans la plaine, et elles doivent s'écouler par un lit vague, sinueux, à demi barré d'alluvions à l'embouchure d'Ostie. De là, sur les rives, des dépôts de limon et des flaques d'eau qui fermentent sous une température moyenne de 33°. Aussi, dans les jours d'été, le soir au coucher du soleil, l'air laisse retomber les vapeurs qu'il tenait suspendues. En outre les variations brusques du vent, qui saute du souffle brûlant du siroco à l'air glacial de l'Apennin, font dire qu'on peut avoir en vingt-quatre heures, à Rome, les quatre saisons de l'année. Il faut donc se défendre.

Les cloaques. — Dans l'antiquité, l'amélioration commence par le drainage. Le Forum, entre le Capitolin et le Palatin, avait un gouffre d'eau que les Romains et les Sabins unis comblèrent avec des débris de la Roche Tarpeïenne.

Là encore, pour l'écoulement des pluies, Tarquin l'Ancien fit construire la Cloaca Maxima, le monument de l'art de bâtir des Étrusques.

C'est un canal souterrain de 4 mètres d'ouverture, muraillé en gros blocs sur les côtés, et couvert par la première voûte que l'on connaisse, par un plein cintre à double cours de voussoirs posés sans ciment. Il s'établit à la suite un réseau de petits égouts, dont on retrouve chaque jour les lignes allant partout, et qui servent encore. Bien plus, la campagne, l'Agro Romano, aujourd'hui fouillé et mis à jour, montre des galeries qui ne peuvent s'expliquer que par les besoins du drainage.

Le dessèchement gagna de proche en proche. Le Vélabre était un marais qu'on traversait en barque : il devint le quartier des affaires, le plus fréquenté de Rome.

Le champ de Mars dut son assainissement à César, on put y élever des thermes dont faisait partie le Panthéon d'Agrippa : c'est aujourd'hui Sainte-Marie de la Rotonde, le centre animé de Rome moderne. Sous Auguste, le curage des égouts était déjà une préoccupation des plus graves. Agrippa, le vainqueur d'Actium, prit la charge pour lui, descendit en bateau la *Cloaca Maxima* et, pour la nettoyer, y fit lâcher les eaux des sept aqueducs dont Rome jouissait déjà.

Les aqueducs. — Les aqueducs sont postérieurs aux égouts. Rome naissante se contentait de boire l'eau puisée au Tibre, aux puits de la nappe, aux sources basses qui jaillissent dans la ville même, au pied des collines. Quand la population croissante dut se porter sur les hauteurs, il fallut chercher des sources hautes qu'on pût amener jusqu'aux nouveaux quartiers.

Les eaux abondaient et dans la vallée supérieure du Tibre, où

les cratères éteints des terrains volcaniques formaient des bassins d'émergence, et dans la vallée tourmentée de l'Anio, où la nappe se fait jour à travers les fissures du calcaire des Apennins. Les sources des terrains volcaniques, plus rapprochées et chimiquement plus pures, ne marquant guère que 18° à l'hydrotimètre, ont un goût légèrement altéré par les alcalis qu'elles contiennent.

Les sources de l'Apennin, plus éloignées. mais limpides et fraîches, un peu plus dures puisqu'elles marquent 28°, sont au contraire très agréables à boire : c'est pour elles qu'il faut réserver les éloges de Frontin, *splendore et rigore gratissimæ*, eaux d'une limpidité et d'une fraîcheur délicieuses.

L'eau Appia paraît la première. Elle est amenée l'an 442 à Rome par le consul Appius Claudius, auteur de la voie Appienne. Sous la république nous comptons quatre constructions d'aqueducs : Appia, Anio, Vetus Marcia, Tepula; sous Auguste trois lignes nouvelles, Julia, Virgo, Alsietina; sous Claude, la Claudia et l'Anio novus, prises de plus en plus dans la région haute; enfin au temps des Antonins la Trajana et l'Hadriana complètent l'ensemble des onze aqueducs que Procope vit encore en service au sixième siècle, lorsqu'il vint en Italie avec Bélisaire. Ce fut presque leur limite d'existence. Ils furent coupés vers 540, quand Bélisaire eut à défendre Rome contre les Goths de Vitigès. Tous réunis et en bon état, les aqueducs versaient chaque jour 950 000 mètres cubes, à peu près le double de l'eau que possède Paris aujourd'hui.

Abandonnés, ruinés pendant la période des invasions barbares et du schisme, ils reparaissent, partiellement restaurés, sous les grands papes de la Renaissance.

Les aqueducs, depuis les sources des montagnes jusqu'aux réservoirs en ville, suivaient avec des pentes fortes les contours des vallées de l'Anio et du Tibre. Ils franchissaient les ravins sur des ponts-aqueducs; ils traversaient la campagne, l'Agro romano, sur ces puissantes arcades en plein cintre qui coupent

encore l'horizon, et qui ont souvent deux cuvettes rectangulaires superposées en étage; on profitait d'un ouvrage existant pour lui faire porter une conduite nouvelle.

Le siphon métallique, employé si souvent aujourd'hui au passage du creux des vallées, n'était guère d'usage, quoique les Romains eussent des tuyaux de plomb du gros diamètre de $0^m,66$; mais ces tuyaux en forme de poire, avec une rainure mal soudée à la partie supérieure, ne supportaient pas la pression et ne pouvaient entrer dans la grande canalisation.

Distribution. — Une fois en ville les eaux s'arrêtaient dans les citernes ou conserves, pour y déposer et rafraîchir, avant de repartir pour les châteaux d'eau de la distribution. Ces derniers appareils étaient des cuves où plongeaient, sous un même niveau, les *calices* ou orifices qui, prolongés par des tuyaux de plomb ou de poterie, aboutissaient aux concessions diverses, publiques ou privées. Peu de robinets en bronze, quoiqu'il y ait un robinet de $0^m,040$ au musée du Louvre, et un autre du fort diamètre de $0^m,155$ au musée de Naples.

La distribution était continue; les calices profitaient ou souffraient ensemble de la hausse ou de la baisse que produisaient dans les réservoirs les variations des sources. Mais comme les orifices de sortie de ces mêmes calices étaient à des hauteurs relatives dont on ne tenait pas compte, les charges restant inégales, des ouvertures de même diamètre débitaient des volumes très différents. La part des fraudes augmentait le trouble. Les fontainiers dérivaient et vendaient à leur profit les eaux qui sortaient soit des fuites des aqueducs mal réparés, soit des piqûres faites avec intention aux conduites en plomb. L'ordre à garder d'une main ferme exigeait que les curateurs des eaux fussent des personnages politiques. Le premier est encore l'illustre Agrippa, qui ajoute sans relâche aux fontaines de service public et qui organise des brigades d'esclaves chargés de l'entretien.

Cet entretien d'ailleurs ne savait pas encore porter remède aux avaries à leur début; il procédait par grosses réparations, par réfection de portions d'aqueducs, qu'on avait laissé ruiner. Sous Nerva, un ami personnel du prince, Frontin, devient curateur des eaux : il laisse comme trace de son administration un compte rendu, résumé précieux des aqueducs de Rome à leur plus belle époque.

Dans la distribution, les Romains distinguaient fort bien les usages de l'eau d'après ses qualités. Les eaux troubles ou tièdes comme l'Alsietina, qui sort d'un lac volcanique, allaient aux services communs, au lavage des rues, aux jardins et aux étangs, aux naumachies, aux besoins industriels. Les sources pures et fraîches de l'Apennin, comme la Marcia et la Claudia, étaient réservées pour les maisons et les tables des riches.

Service public. — Dans le service public étaient compris les fontaines-abreuvoirs des rues et les thermes ou bains publics.

Les rues. — Les rues, comme on le voit à Pompéi, avaient une chaussée dallée en pierres plates et comprise entre des trottoirs assez élevés : aux carrefours, il y avait des traversées à niveau, établies au moyen de pierres isolées entre lesquelles pouvaient passer les roues des chars.

Au point haut, une auge avec un jet de fontaine pouvait abreuver les animaux ou faire couler sur la chaussée un courant de lavage qui emportait la boue jusqu'à une bouche d'égout grossière, ménagée au fond d'un cul-de-sac. Nos besoins modernes existaient, mais servis par des procédés imparfaits.

Les thermes. — Le vrai luxe de Rome, c'étaient les thermes. Les Romains de la république ne connaissaient que les bains froids. Ils se jetaient dans le Tibre au sortir des exercices du champ de Mars. Sous l'empire, les habitudes s'amollissent, et les bains chauds, importés de la Grèce, se répandent de plus en

plus. D'Auguste à Constantin, il y a création de douze thermes, et les ruines colossales qui restent des thermes de Caracalla et de Dioclétien montrent avec quelle magnificence on flattait les goûts publics. La journée, la vie se passaient aux thermes, où l'on trouvait le bain, les plantations, les statues, les bibliothèques. Le sévère Julien lui-même, quand il s'installa dans sa chère Lutèce, y fit achever les Thermes, à l'occasion desquels s'éleva le premier des trois ponts-aqueducs d'Arcueil.

Service privé. — Le service privé était largement développé. La maison antique, qui a servi de modèle aux Arabes d'Espagne, est une cour carrée entourée de portiques sous lesquels se rangent les chambres et les salles. Une fontaine jaillit dans un bassin de marbre; elle perd l'eau au trou de l'*impluvium* où tombent aussi les eaux pluviales et ménagères. Il y avait des latrines placées, comme on le constate à Pompéi, près des cuisines, probablement pour servir au personnel des esclaves. Le maître avait la *sella*, la chaise, qu'on plaçait pour la nuit et qu'on emportait le matin. Les vidanges, avec l'évier des cuisines et les tuyaux de toiture, arrivaient à une sorte de fosse fixe qui était en communication avec l'égout; par lui les liquides se déchargeaient au collecteur et au Tibre, emportés surtout par les eaux de la distribution.

Rome antique avait donc la perte des vidanges à l'égout, et Rome moderne, qui vit de tradition, est encore dans les mêmes errements.

Les ruines. — Ce grand ensemble d'assainissement mit cinq siècles à périr, depuis la chute de l'empire d'Occident jusqu'au sac de Rome par les Normands, au onzième siècle. Mais alors la ruine et la misère furent au comble : ce qui restait d'habitants alla se bâtir des abris au champ de Mars, autour du Panthéon, devenu Sainte-Marie de la Rotonde : c'est l'origine de la cité moderne.

Les guerres féodales dévastèrent la campagne : les papes du schisme quittèrent Rome pour Avignon. Alors la malaria, marchant de proche en proche, enserra comme par des spirales successives le dernier noyau d'habitants : la population tomba à 17000 âmes.

La Renaissance. — Dès que les papes rentrèrent à Rome au quinzième siècle, ils eurent l'ambition de restaurer l'antiquité, de faire revivre aussi bien les aqueducs et les égouts que les monuments de l'art; et à chaque progrès dans la voie de l'assainissement répondaient un arrêt de la malaria et un accroissement de la population.

Les aqueducs passèrent en première ligne. L'aqua Vergine, la Virgo, reparaît la première, dès Nicolas V; c'est elle qui coule au beau monument de la fontaine de Trevi. Sous Sixte-Quint, une eau nouvelle, la Felice, vient au Quirinal alimenter les fontaines de Monte Cavallo; puis la Trajana, rétablie par Paul V sous le nom de la Paola, arrive aux fontaines du Vatican. Enfin, de nos jours, l'aqua Pia, prise aux sources de la Marcia et de la Claudia, est, sous le pontificat de Pie IX, ramenée par le colonel du génie Blumenstihl.

Ces quatre aqueducs assurent à Rome moderne 192500 mètres cubes par jour. Pour une population de 250000 habitants, c'est une dotation de 800 litres par tête, dotation énorme si elle était bien appliquée.

L'aqua Pia. — A trois époques différentes, sous les consuls, sous les empereurs et de nos jours, presque les mêmes eaux, la Marcia, la Claudia et la Pia, sont, à cause de leur limpidité et de leur fraîcheur, amenées à Rome; mais, tandis que la Marcia, d'un tracé grossier, exigeait un parcours de 91 kilomètres et arrivait à 54 mètres au-dessus du quai du Tibre, la Claudia, d'un tracé mieux étudié, ne prenait plus que 69 kilomètres et sortait à 61 mètres d'altitude. Enfin la Pia, par l'habile

emploi des siphons de fonte, a son parcours réduit à 52 kilomètres et son point d'émergence à 80 mètres. Au lieu d'effleurer à peine les rez-de-chaussée d'habitation, elle domine les derniers étages.

Quant au drainage, il est l'objet d'études poursuivies d'après le levé du réseau antique. Des collecteurs nouveaux ont été ajoutés, mais l'artère maîtresse est encore la Cloaca Maxima des Tarquins.

Salubrité moderne. — En résumé, Rome sera salubre si l'on restaure le passé, en le ramenant corrigé, rajeuni par tout ce que nous avons appris depuis l'âge des ruines. Nous parlions du talent avec lequel le colonel Blumenstihl avait repris les eaux excellentes, mais basses de la Marcia et de la Claudia, et en avait fait des eaux jaillissant au faîte des maisons et des édifices.

Un résultat analogue est aujourd'hui conquis dans l'ordre des cultures. Pour arracher à la malaria la région de Saint-Paul hors des murs, où un seul garde osait à peine risquer sa vie, il fallait rétablir des plantations. Les trappistes y ont apporté l'eucalyptus, et la sécurité est revenue rapide et complète.

Partir de la tradition antique, c'est la presque certitude de découvrir la solution moderne.

Nous pouvons maintenant compléter l'étude des irrigations du Midi par l'examen des prés marcites du Milanais.

IRRIGATIONS DU MILANAIS

Topographie. — Le Milanais figure un triangle dont la base s'appuie sur la région alpestre des lacs, et dont les côtés sont décrits par le Tessin et l'Adda, affluents du Pô, le fleuve central de la Lombardie.

En haut dominent les lacs Majeur et de Côme. Ce sont des cavités profondes de 500 à 800 mètres, enfermées entre des roches métamorphiques, que les soulèvements ont relevées

presque debout, et qui, au delà de leurs plissements tourmentés, montrent les glaciers. De ces vastes réservoirs sortent comme des trop-pleins, le Tessin et l'Adda, qui ont leurs crues à la fonte des glaciers des Alpes, au plus fort de l'été, à l'inverse des affluents de la rive droite, qui sortent des Apennins, et qui, furieux au printemps, ont à peine un filet d'eau pendant les chaleurs.

Au-dessous de ces lacs s'étend une plaine d'alluvion qui descend en pente douce, enveloppe Milan et s'arrête brusquement par un ressaut à la vallée submersible du Pô. Le sol est une argile sableuse qui recouvre un lit de galets dans lequel circule, comme dans un filtre naturel, la nappe des fontanili, espèces de sources artésiennes qu'on fait facilement sortir de terre.

Les lacs sont à 80 mètres au-dessus de Milan, et à 140 mètres au-dessus du Pô. Quelles ressources d'irrigation !

Pourtant la plaine supérieure ne s'arrose pas encore, elle cultive le maïs, la vigne, le mûrier, et a pour industrie la soie. Mais la plaine qui descend en pente douce au delà de Milan, s'irrigue à profusion.

Elle fait surtout des prairies pour la nourriture des vaches laitières et la fabrication des fromages de parmesan.

Les canaux d'arrosage. — L'aménagement des eaux a commencé avec les moines de Cîteaux qui, établis vers la frontière du Piémont, dérivèrent dans la vallée du Tessin un canal d'arrosage qu'ils conduisirent dans les bruyères de leur domaine, devenu depuis Abbiate grasso, la grasse abbaye. Quand au douzième siècle, les Milanais, vainqueurs de Frédéric Barberousse, relevèrent leurs murailles ruinées, ils voulurent de l'eau pour leurs fossés, et se la procurèrent en attirant jusqu'à eux le canal des Moines, le Ticinello. Plus tard, sous les Visconti, lors de la construction de la magnifique cathédrale du Dôme, il fallut amener à pied d'œuvre les calcaires-marbres du lac Majeur adoptés comme matériaux.

Le canal d'irrigation devint voie de transport. Les barrages à poutrelles s'ouvraient de nuit pour le passage des bateaux. On rapprocha certains barrages, et l'on eut des bassins d'échange pour la descente et la remonte ; il n'y avait plus qu'à simplifier le système : la porte busquée sortit du génie méditatif de Léonard de Vinci, et l'on eut l'écluse des canaux modernes, un bassin entre des portes busquées.

Le Ticinello, qui a pris le nom de Naviglio grande, et roule 40 mètres cubes par seconde, transformait la plaine à l'ouest de Milan et montrait ce qu'on pouvait obtenir à l'est, du côté de l'Adda. Ce fut la part des Lodésans, rivaux des Milanais ; ils saignèrent l'Adda par le canal Muzza, et lui prirent une rivière qui semble l'Adda elle-même puisqu'elle roule 50 mètres cubes par seconde. Les besoins de Milan n'étaient pas satisfaits. Alors François Sforza, de condottière devenu souverain, décida deux grandes entreprises, le canal de la Martesana, qui puisait dans l'Adda au-dessus de la prise de Lodi pour arriver en tête de Milan, et le canal de Pavie, émissaire qui, rassemblant le Naviglio et la Martesana, les verse dans le Pô, toujours après un double service d'arrosage et de navigation.

Il y avait ainsi près de 100 mètres cubes par seconde mis à la portée de 300 000 hectares. Les lignes maîtresses avaient pour complément les branches secondaires que les grandes familles ouvraient sur leurs domaines, tandis que le paysan lombard prenait pour lui les rigoles et la distribution dans les champs.

L'étude de Milan et de ses eaux va faire comprendre l'arrosage des champs.

MILAN

Milan, ville de 200 000 âmes, comprend trois zones concentriques qui répondent à des agrandissements successifs. Un noyau de ruelles tortueuses est la cité romaine. La ville de Visconti l'entoure : le Dôme en est le cœur, magnifique édifice tout

de marbre blanc, avec un peuple de statues. La ceinture de la ville du moyen âge est la *fossa interna*, canal navigable qui unit la Martenasa avec le Naviglio. Au delà commencent les hôtels, les promenades, qui vont jusqu'à l'enceinte bastionnée des Espagnols. Dès qu'on a franchi les murailles on est dans la campagne, on rencontre au nord les jardins maraîchers, au midi, les prairies.

Les rues. — Les rues sont des voies rayonnantes, des *corsi*, qui partent du Dôme et vont en s'évasant. Les chaussées, sans trottoirs, ont pour le roulement des voitures, des rails de granit, encastrés dans une mosaïque de galets. Elles sont drainées par de petits aqueducs en briques de $0^m,40$ à $0^m,60$ d'ouverture, mis en communication avec la surface par des dalles de granit perforées. La *fossa interna* sert partout d'émissaire.

Les maisons. — Les maisons, à deux étages, avec balcon de pierre sur la rue, présentent à l'intérieur la disposition antique. La cour, entourée de portiques, garde au centre l'impluvium où tombent les eaux pluviales et ménagères pour se rendre à l'égout.

Pas de distribution d'eau de source : la nappe des fontanili fournit par des pompes une eau limpide, fraîche, mais un peu lourde : quant aux vidanges, elles sont recueillies dans des puits noirs (*pozzi neri*) où les maraîchers viennent les prendre.

Les égouts. — Le réseau des égouts s'est établi pour ainsi dire au hasard, au moyen d'anciens fossés muraillés et voûtés. Mais il est lavé naturellement chaque jour avec abondance. La Martesana lui verse de 1 à 2 mètres cubes par seconde, suivant l'activité de la navigation.

La dilution dépasse les proportions connues ; quand on voit sortir à la porte Ticinèse un courant clair dans lequel nagent des flocons de matières organiques, on ne peut croire que ce soit là l'agent de création des prairies qui donnent huit coupes

et livrent de la nourriture verte pendant dix mois de l'année. C'est que les Lombards, en répandant sur les prés les eaux riches et tièdes des égouts, ont trouvé le secret des irrigations d'hiver. La végétation ne s'arrête qu'en décembre et donne déjà de l'herbe en février. C'est ce système qui constitue les prés nommés marcites (de *marcescere*, pourrir).

Les prairies. — Le courant, dès qu'il paraît à ciel ouvert hors de l'enceinte, s'appelle là Vettabia, la vieille rivière. Il reçoit les eaux ammoniacales de l'usine à gaz, s'enrichit de quelques fontanili, puis, sur 13 kilomètres de parcours, est barré une douzaine de fois pour faire tourner des moulins ou alimenter des dérivations d'arrosage. Si l'on veut juger les effets, il faut s'arrêter à Chiaravalle (Clairvaux), et monter au clocher de la vieille église des compagnons de Saint-Bernard, auxquels on renvoie l'honneur des premiers essais d'application des eaux d'égout. On aperçoit à toute distance un pays quadrillé avec une perfection géométrique, les chemins entre deux eaux bordés de saules et de peupliers, des prairies ruisselantes où l'herbe d'octobre a la teinte vive de la verdure du printemps. Combien y a-t-il d'hectares irrigués? Les chiffres varient entre 1500 et 6000, incertitude que l'on comprend vis-à-vis des procédés d'arrosage.

Les irrigations. — L'irrigation ordinaire consiste à distribuer l'eau par des rigoles qui suivent les courbes de niveau du terrain. Dans les marcites il y a plus d'art. Le plan incliné du sol est vallonné dans le travers; il est ridé suivant des ailes larges de 7 mètres et mises à $0^m,03$ de pente. L'arête supérieure de chaque pli est un petit canal qui puise dans le maître irrigateur et déverse l'eau sur les ailes. Le pli inférieur, le thalweg secondaire, reçoit l'eau et la livre au colateur d'égouttement. Le mouvement produit sur une planche de 120 mètres de longueur se répète une seconde, une troi-

sième fois, sur des planches qui suivent et où le colateur devient irrigateur.

On estime que les eaux de la Vettabia servent trente ou quarante fois avant de se perdre au Lambro. Sans ce talent de reprises, sans le mélange avec des fontanili en route, l'irrigation cesserait vite : car un hectare de prairies lavé par ruissellement consomme par vingt-quatre heures une tranche d'eau de $0^{m},31$ de hauteur.

A ce compte, les 100 000 mètres cubes de la Vettabia n'iraient guère qu'à 30 hectares, tandis qu'ils en desservent plus d'un millier.

Les produits. — Les produits sont en rapport avec la dépense d'eau. L'herbe, mélange de ray-grass et de trèfle, se coupe souvent huit fois et au moins six fois par an. Elle assure 54 000 kilogrammes de nourriture verte, et laisse à peine trois mois de nourriture en fourrage sec. Aussi un hectare de prairies suffit à trois vaches laitières. Dans le pays, l'importance d'une ferme se mesure, non par l'étendue des terres, mais par le nombre des têtes de bétail que la ferme peut nourrir.

Les prix de location sont naturellement élevés : ils vont de 5 à 600 francs l'hectare pour les prairies bien situées et bien aménagées. Quant à l'eau de la Vettabia, si utile parce qu'elle apporte avec elle l'engrais, elle est tarifée au prix double de l'eau d'irrigation ordinaire : elle vaut 50 francs au lieu de 25, pour 100 mètres cubes pris chaque jour.

La salubrité. — Une objection se présente ; le mot même de marcites appelle l'idée de pourriture humide. La salubrité s'accommode-t-elle aussi bien que la production d'un pareil procédé? N'y a-t-il pas danger à l'introduire dans l'atmosphère d'une grande ville?

La question a été étudiée en 1853 par une commission anglaise qui, appuyée sur le crédit de son gouvernement,

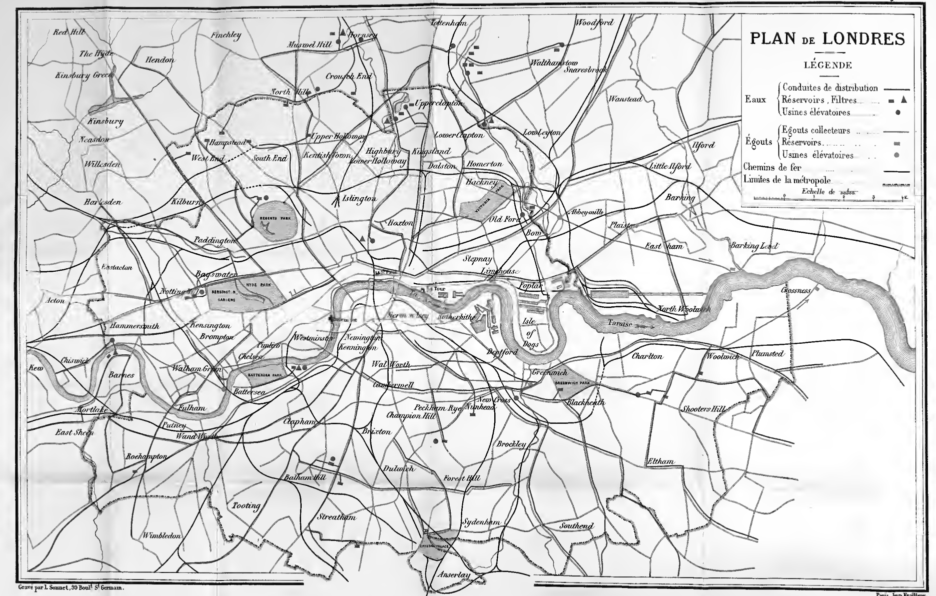
s'entoura de renseignements, visita les lieux, interrogea les hommes qui pouvaient l'éclairer, et dressa des procès-verbaux d'enquête.

La commission reconnut que les fièvres intermittentes ne se rencontraient pas plus dans les marcites que dans les autres régions irriguées ; qu'il n'y avait là aucune disposition aux épidémies, à la fièvre typhoïde; que la faible influence de malaria, inséparable de l'humidité, cessait à 500 mètres des prairies. Plusieurs causes peuvent rendre raison de l'absence d'insalubrité, quoiqu'on soit ici à peu près sous les murs de Milan. L'eau, toujours courante, passe sur un sol perméable : jamais la filtration n'est accompagnée de stagnation comme sur les rizières, et la pureté du ciel de Lombardie renouvelle la puissance d'évaporation de l'air.

Utilisation des eaux d'égout. — « Les prés marcites, disait la commission, pour conclure, offrent le plus grand et le plus ancien exemple de l'application des eaux d'égout aux arrosages de culture. Ils durent depuis six siècles et comprennent près de 1500 hectares; ils enrichissent le propriétaire et le fermier, et le bien est obtenu sans porter atteinte à la santé publique, parce que la dilution n'est comparable qu'à celle d'une irrigation naturelle, parce qu'enfin l'eau est toujours courante et le sol parfaitement perméable.

« Après un tel enseignement, il n'est plus permis de perdre aux rivières ou à la mer, des eaux riches dont il faut savoir doter la culture. »

A présent quittons le Midi et allons reconnaître comment on comprend l'assainissement dans le Nord, en Angleterre et en Allemagne, à Londres et à Berlin.



Gravé par L. Sonnet, 39 Boul^t St Germain.
Paris. Imp. Fraillery

II. LA POLLUTION DES RIVIÈRES

EN ANGLETERRE ET EN ALLEMAGNE

Nous abandonnons le Midi, après avoir reconnu que sous le ciel de la Méditerranée, d'un azur souvent implacable, l'eau est le premier luxe de l'habitation et des voies publiques, le premier besoin des cultures. Nous rentrons dans l'atmosphère humide de la mer du Nord, et le drainage avant tout sera nécessaire. Mais l'eau reviendra comme condition d'assainissement, et l'épuration s'obtiendra par l'irrigation.

Deux exemples, Londres et Berlin, capitales d'empires, suffiront comme modèles; en même temps la Tamise, la Mersey, la Sprée, montreront combien l'assainissement des rivières importe à l'hygiène des populations.

ANGLETERRE

Climat et sol. — En Angleterre, la pluie est fréquente, le ciel souvent brumeux et couvert, le sol presque partout argileux et imperméable. L'usage du charbon de terre est général, et les plus pauvres ménages brûlent en abondance un combustible qui ne coûte pas cher, en même temps que les innombrables cheminées de l'industrie emplissent l'air de leurs fumées.

On réclame, on veut des dispositions propres à combattre les

mauvaises influences dont on est entouré, et les désirs des populations ont été secondés énergiquement par les ingénieurs, les médecins et le Parlement.

LONDRES

La métropole et la maison anglaise. — Londres Métropole est une immense étendue de 33 000 hectares, où se répand à l'aise une population de 5 millions d'habitants occupant près de 700 000 maisons.

En réalité, la Métropole est une juxtaposition de paroisses qui ont fini par se toucher. La Cité forme le centre autour de Saint-Paul ; elle ne prend que 250 hectares ; mais rassemblant près de la Banque et de la Bourse les bureaux des plus grandes affaires, elle voit plus d'un million de personnes remplir chaque jour ses rues. L'habitude, assez générale dans le Nord, d'avoir une maison par famille se concilie avec le mouvement, grâce à la multiplicité et à la rapidité des moyens de transport. L'homme d'affaires vient à son *office* à neuf heures, après déjeuner, et retourne à cinq heures dîner à la campagne. L'habitation de famille est confortable : le climat l'exige.

Le type n'a plus rien de la maison romaine, qui se développait autour de l'atrium. Cette fois, tout est en hauteur : dans le sous-sol, la cuisine; au rez-de-chaussée, la salle à manger et le salon, « le parloir, » avec le *bow-window*, fenêtre de boudoir en saillie ; aux étages, et rattachées par un escalier droit, les chambres à coucher. Souvent règne, en avant de la façade, un petit jardin planté d'arbres verts; à l'arrière, une petite cour contient les débarras. Dans l'intérieur, le chauffage au charbon est largement installé. L'éclairage au gaz a des becs jusque dans la cave; enfin l'eau arrive d'elle-même à la cuisine, au cabinet de toilette, au water-closet, et dès qu'elle a servi, elle disparaît, dévorée par l'égout de la voie publique.

La distribution et le drainage. — Ces progrès réalisés dans les habitudes domestiques, ont commencé avec le drainage. On profita d'abord des cours d'eau qui traversaient Londres pour y jeter les eaux pluviales et ménagères. Plus tard, on dalla, on murailla, on voûta ces fossés devenus des réceptacles de boues, mais pas encore de vidanges ; car on assujettissait les propriétaires à établir des fosses dont les maraîchers de la banlieue faisaient les extractions : on protégeait ainsi la nappe des puits.

Dès la fin du siècle dernier, et surtout vers 1820, des compagnies industrielles se formèrent pour appliquer la machine à vapeur de Watt et Bolton à l'élévation des eaux de la Tamise ; elles introduisirent dans les ménages la distribution à domicile, et versèrent dans la consommation des quantités d'eau qui, déjà de 200 000 mètres cubes vers 1850, sont de près de 650 000 aujourd'hui. L'usage du water-closet devint général ; les prescriptions qui fermaient les égouts tombèrent à tel point que la fosse devint l'exception, et fut considérée comme une cause d'infection que les inspecteurs d'hygiène ne devaient plus tolérer.

Sous la pression de la distribution d'eau, le réseau du drainage se régularisa. Pour le représenter, il faut voir, sortant de chaque maison, un tuyau de grès de $0^m,30$, qui rassemble les eaux sales de la cuisine, du cabinet de toilette, du water-closet, de la cour, et qui les conduit à l'égout de la rue, lequel est en briques, au profil ovoïde de $0^m,80/1^m,20$; celui-ci verse à l'affluent du fleuve, transformé en collecteur. Là, comme l'écoulement n'était possible dans la Tamise qu'à basse mer, il y avait un stationnement forcé des eaux pendant l'intervalle des marées. Les grandes artères devenaient des réservoirs d'ordures, avec les inconvénients de mauvaise odeur et d'inondation des rues par les bouches d'égout, lorsque arrivaient les averses.

Les vices du système furent mis en lumière par les enquêtes qui suivirent le choléra de 1848.

L'Angleterre perdit en une seule année d'épidémie 70 000

individus, dont 30 000 adultes; c'était plus que les guerres de 1800 à 1815 n'avaient consommé de soldats. L'insalubrité de la Tamise était prouvée.

LA TAMISE

Le Board of Health. — Un acte du Parlement créa en 1848 un comité supérieur d'hygiène qui, sous le nom de *General Board of Health*, eut mission d'examiner l'état sanitaire du pays, et de diriger les efforts des comités d'hygiène locale, qu'on créait en même temps. Le *Board*, composé d'hommes distingués par leurs études spéciales, se mit à l'œuvre sous l'impulsion de M. Chadwick, esprit infatigable, qui fut l'âme de la réforme (1851). On reconnut dès l'abord qu'il y avait deux questions inséparables : les eaux et le drainage.

Les eaux. — A l'égard des eaux, les quantités distribuées à Londres étaient bien suffisantes. Mais le service se faisait en remplissant le matin dans chaque ménage un tonneau ou une cuve en plomb. L'eau se couvrait de poussière et d'infusoires, elle s'échauffait, devenait une détestable boisson et propageait les germes de contagion. Les réservoirs remplis en deux heures une fois par jour étaient mauvais; ils devaient faire place à des robinets tirant librement sur une conduite maintenue en pression constante. En outre, l'eau puisée dans la Tamise aux points salis par la marée était chargée de matières organiques, un peu dure et, par suite, contraire aux usages domestiques et industriels. La pureté, la limpidité, la fraîcheur, sont les qualités d'une bonne eau. La Métropole devait donc abandonner les eaux de rivières et chercher une alimentation nouvelle par les eaux de sources.

Le drainage. — L'examen des égouts portait plus loin. On avait jusque-là travaillé sans ensemble, en allant au plus pressé

sous les voies publiques, en établissant le drainage d'une maison sans se préoccuper de l'approvisionnement d'eau en tête des drains. Les égouts sans eau devenaient des fosses de boues et de vidanges, et leurs grandes sections favorisaient les dépôts et la stagnation. Il semblait qu'on eût pris à tâche d'allonger les parcours, de perdre les avantages de la pente, d'exagérer les frais de construction et de curage.

Pour rentrer dans le vrai, il fallait assurer l'approvisionnement d'eau partout en tête, puis marcher avec la pente la plus forte et le moindre diamètre, de manière à garder un maximum de force vive pour les chasses de curage. Les tuyaux de grès d'ailleurs convenaient mieux que des égouts de briques à un lavage par des eaux forcées. Enfin, au bas des émissaires, le mouvement ne devait pas s'arrêter devant l'oscillation des marées. La machine à vapeur pouvait agir et manœuvrer des pompes d'épuisement, aux heures où le flot forme barrage.

Le sewage. — Mais que faire des eaux d'égout, du *sewage*, suivant le mot des Anglais? L'ordre naturel veut que le sewage retourne à la terre, car il contient les éléments des engrais, l'azote, les phosphates, la potasse, la chaux, les matières organiques : la dilution livre tout dans l'état le plus favorable à la nutrition des plantes. Deux procédés d'application se présentaient : ou l'irrigation ordinaire, employée depuis un siècle aux prairies d'Édimbourg; ou l'arrosage à la lance, tenté par des fermes à matériel perfectionné, permettant de faire la pluie au moment où la terre la demande.

Livré à la terre, le sewage s'y dépouillera, descendra purifié dans la nappe pour en sortir en sources vives, prêtes à recommencer indéfiniment un service utile.

En résumé, l'eau la plus pure prise à robinet libre dans l'habitation, l'eau sale tombant de suite à l'égout, en emportant tous les résidus de la vie domestique et se revivifiant dans le sol qu'elle aurait traversé comme engrais, tels étaient les

principes du *Board*. On retrouvait ici la loi de circulation du corps humain; l'eau vive représentait le sang artériel qui part du cœur et nourrit les organes; l'eau impure, c'était le sang veineux qui retourne au cœur et qui s'est brûlé, purifié, lorsqu'il a traversé le poumon, c'est-à-dire ici le sol. Le sol rétablissait la pureté des eaux pour maintenir une circulation qui ne peut ni se ralentir ni s'arrêter sans amener les désordres de l'infection et de la maladie.

Au point de vue administratif, le *Board* proposait la fusion des services, l'expropriation des compagnies, et une autorité centrale gouvernant l'assainissement.

Décisions. — De grands intérêts se sentaient touchés. Le Parlement refusa les projets de fusion et de centralisation, mais il imposa aux compagnies des eaux l'obligation de reporter leurs prises en amont de la marée, ainsi que la prescription du filtrage. Il ne se prononça pas sur la préférence à donner aux sources par rapport aux rivières, ni sur les avantages du drainage tubulaire par rapport aux galeries de grand type. Il se borna à autoriser les projets des villes qui, acceptant la théorie de la circulation continue, voulurent installer chez elles du même coup la distribution à robinet libre, la perte complète à l'égout et l'irrigation par le sewage.

Les premières applications s'exécutèrent péniblement; les idées étaient trop absolues et les procédés mal assurés. Mais l'essentiel, l'ordre naturel était mis en lumière; les théories du *Board* frappèrent l'attention; elles furent portées dès 1851 au congrès de Bruxelles, et exposées d'une manière brillante en français par M. Ward, collègue et ami de M. Chadwick. « Nous apportons, disaient les novateurs, un principe aussi grand que celui de la circulation du sang. » Et en effet, au bout d'un demi-siècle de luttes et d'efforts, la science a accepté comme vérités premières en hygiène, les lois de la circulation et de la restitution.

Metropolitan Board of Works. — Les vives attaques du *Board of Health* contre les vieux conseils de fabrique des paroisses, lesquels, chargés des égouts, construisaient sans la moindre idée d'ensemble, et dépensaient sans contrôle, amenèrent une mesure de réforme importante : c'est l'institution, en 1858, du *Metropolitan Board of Works*, du bureau Métropolitain des travaux publics. C'est une sorte de parlement dont les membres, élus par les districts, ont seuls pouvoir d'ordonner les grands travaux de viabilité et d'assainissement. Au *Board* revient l'honneur d'avoir, par le talent de son ingénieur, M. Balzagette, construit les collecteurs du drainage et les quais de la Tamise.

Les collecteurs. — Londres est assis sur les pentes éboulées d'une argile tertiaire enfermée dans un bassin de craie. La Tamise passe au travers, assez étroite et gracieuse en amont, au-dessus de la limite du flot, mais large, sinueuse, pleine de marais dans la partie maritime. Tant qu'on a considéré la rivière comme l'émissaire naturel des eaux d'égout, on a marché à l'aide de l'écoulement à mer basse. Pendant la mer haute, des clapets fermaient les affluents, qui se transformaient en réservoirs.

En cas d'orage, les bas quartiers étaient inondés. De plus, les immondices, descendues au jusant, étaient reprises par le flot, puis repoussées et promenées jusqu'à six fois entre les ponts. Le projet d'amélioration devait par suite assurer un écoulement constant aux eaux d'égout, et leur donner un point de décharge tel que la marée ne pût rien rapporter entre les ponts. Des expériences de flotteur montrèrent que ce point était à Barking-Creek, à 25 kilomètres du pont de Londres. A Barking, en écoulant à mer étale, les matières pouvaient descendre à 45 kilomètres et se perdre dans la baie.

Il y avait à préparer sur les deux rives des réservoirs capables de recevoir pendant les heures de haute mer le débit des collecteurs. Il fallait aussi travailler avec des machines, car

la pente allait manquer, pour une part importante de la rive gauche, qui est le vrai Londres, et en entier sur la rive droite, qui n'est qu'un faubourg industriel. C'était un véritable dessèchement comparable pour l'étendue au double de la mer de Harlem.

Sur la rive gauche, on enferma le périmètre de la Métropole par une ligne de ceinture qui suit le pied des coteaux et doit recevoir les eaux extérieures. Au dedans, on détermina une ligne de service moyen qui récolte les eaux intérieures d'un premier gradin. Puis, parallèlement au fleuve, on a placé la ligne de service bas, à travers les quartiers les plus chargés de maisons, de monde et de circulation. Là, quand la pente de 0^m,40 par kilomètre est épuisée, on la reconstitue en installant des pompes à vapeur qui font franchir au courant des sauts de 6 à 7 mètres. Les galeries de grand type circulaire peuvent en cas d'orage se dégager par des déversoirs aboutissant à la Tamise.

Les réservoirs de Barking couvrent près de 4 hectares et peuvent emmagasiner 190 000 mètres cubes. Un émissaire formé de trois gros tuyaux de briques de 3^m,60 de diamètre leur apporte le produit des collecteurs des trois niveaux.

Sur la rive droite, les réservoirs de Cross-ness couvrent deux hectares et demi et tiennent 100 000 mètres cubes.

440 kilomètres de galeries maîtresses, 2400 chevaux de force, un peu plus de 100 millions de dépense, résument l'œuvre de l'assainissement de la Métropole (1865).

Ce n'est pas tout. Comme le terrain manquait entre le pont de Westminster et Saint-Paul, on a conquis 33 mètres de largeur sur les vagues de la Tamise.

Derrière des murs gigantesques, on a placé, en dessous, une branche du collecteur et le chemin de fer métropolitain, et au-dessus, de larges quais, qui manquaient à Londres, et dont un artiste, Ch. Martins, avait le premier rêvé l'effet (1878).

Les lacunes d'utilisation. — Ces beaux travaux présentent

pourtant une lacune. La métropole est débarrassée, il est vrai. Mais est-il certain que les vases qu'on verse dans le chenal maritime ne vont pas l'encombrer, réduire les profondeurs et les largeurs de passe des navires? Les réclamations ont déjà commencé. Jusqu'ici le Board Metropolitan a été déclaré non responsable, parce que les experts ne voyaient pas nettement la cause des désordres qu'ils constataient dans le lit. Mais jusqu'à quand cela peut-il durer?

Le mal sérieux, c'est le défaut d'utilisation des eaux d'égout et la perte à la mer des résidus d'une ville de cinq millions d'habitants, la plus riche de l'univers.

Il y a vingt ans, les esprits furent un moment agités par les reproches et les menaces de l'illustre Liebig : « L'agriculture anglaise est un vampire, disait-il; elle fait le vide des engrais sur tous les marchés du monde, et elle laisse couler à la mer un torrent de fécondité : la ruine est au bout d'une pareille dilapidation. »

A cette époque, il y eut un effort. On projeta un canal de 70 kilomètres, lequel devait prendre, sur la rive gauche, les eaux d'égout de Londres, et les conduire jusqu'aux sables de Maplin, à la côte d'Essex. On comptait distribuer en route l'engrais liquide, et colmater à l'extrémité les sables pour les convertir en pâturages semblables à ceux de la Hollande.

L'opération manqua parce qu'elle était basée sur le prix de $0^{f},10$ par mètre cube, attribué aux eaux d'égout.

Les fermiers, qui auraient eu à faire leur éducation d'arrosage, ne prirent rien, et la compagnie arrêta ses travaux après un essai d'aqueduc de faible parcours.

Nous verrons Paris réussir dans la même voie, mais en prenant à sa charge les frais d'éducation des cultivateurs.

Quant à l'idée du canal d'irrigation elle reviendra, on peut le prévoir. Dès 1880, le gouvernement nommait une commission pour juger les plaintes des conservateurs de la Tamise, au sujet des flots de boue qui se forment au débouché des estuaires.

En 1882, nouvelle commission ayant à apprécier les réclamations d'insalubrité formées par les riverains ; l'enquête constate que la voie qui conduit les navires au port de Londres est dans un état d'infection qu'on ne doit pas tolérer plus longtemps.

La commission propose deux remèdes :

1° Installer, en avant des débouchés, des bassins de séparation des solides et des liquides ; on utiliserait en colmatages ou l'on perdrait en mer les boues ; on épurerait les eaux dépouillées en les livrant à la filtration intermittente.

2° En cas d'embarras d'exécution ou de dépenses exagérées, prolonger l'émissaire nord jusqu'à 60 kilomètres au-dessous du pont de Londres, descendre une bouche unique dans la baie, en lui donnant, par une traversée en siphon, les eaux de la rive sud, et y joignant même les arrosages de la riche banlieue de la vallée haute.

La question est remise à l'étude : peut-on la résoudre sans revenir aux lois naturelles, à la restitution? Nous ne le croyons pas.

LA MERSEY ET LES MANUFACTURES

Désordres dans les villes industrielles. — La Métropole n'était pas seule à réclamer une réforme d'assainissement. Depuis le commencement du siècle, par suite du développement du commerce et de l'industrie, les villes avaient rapidement grandi dans les districts manufacturiers. Liverpool, Manchester, Glasgow ont aujourd'hui 500 000 âmes chacune. Ces cités à population entassée, à ateliers et magasins innombrables, se débarrassent de leurs déjections et de leurs résidus en les envoyant aux rivières voisines, qui fonctionnent comme égouts publics sur tout leur parcours. Chacun des riverains use, abuse et se plaint. Pour arriver à un régime d'ordre sans nuire au drainage des villes et au travail des manufactures, le gouvernement, dès 1860, nomma des commissions chargées d'étudier,

dans chacun des quatre grands bassins de l'Angleterre, les causes de « pollution » des cours d'eau, et les remèdes à appliquer.

Le bassin de la Mersey fut confié à une commission de trois membres, au nombre desquels était le docteur Frankland, chimiste d'une portée d'esprit supérieure. Le rapport, déposé en 1870, est resté comme un modèle de recherches, et il a été traduit dans presque toutes les langues de l'Europe, tant il a d'actualité.

Rapport de la commission de la Mersey. — Le bassin de la Mersey occupe 440 000 hectares placés sur les terrains imperméables de la formation houillère et du vieux grès rouge. Il est sous le climat pluvieux du canal Saint-Georges, et le peu de lumière du ciel est couvert par la fumée des cheminées de machines; Manchester, avec ses satellites, Bolton, Oldford, Saint-Helen, rassemble 2 400 000 âmes, population quadruple de celle qu'on y trouvait au commencement du siècle. Le coton d'Amérique, importé par Liverpool vers 1780, a fait le mouvement et la fortune du pays. Filature, tissage, blanchiment et impressions, savonneries et produits chimiques, construction de métiers, se disputent les bords des cours d'eau, et s'étagent les uns au-dessus des autres, en remontant vers les sources. Les usines ont besoin d'eau pour leur force motrice, leurs lavages, la dissolution du savon et des réactifs. Elles puisent en amont l'alimentation de leurs appareils; elles lâchent en aval les résidus de leur fabrication et les vidanges de leur monde d'ouvriers. Quand les rivières arrivent dans les villes, elles sont déjà gâtées, et comme elles continuent toujours à servir d'égouts, elles tombent dans un déplorable état de saleté. Il faut avoir vu l'Irwell et la Medlock à Manchester pour avoir l'idée de la gravité du mal. Il y a donc une double cause à l'infection des rivières : les eaux d'égout proprement dites, le sewage sorti de l'habitation, et les résidus liquides des usines.

Les eaux d'égout et les réservoirs industriels. — Les eaux d'égout des villes ont pour élément essentiel les matières fécales, les vidanges. Les eaux d'évier des cuisines, avec leurs graisses, les lessives de linge avec leur excès de savon, les ruisseaux apportant la boue des rues s'y ajoutent, et il se forme un pêle-mêle, un flot, dans lequel dominent des matières organiques d'origine animale suspendues et dissoutes. Les résidus liquides de l'industrie tombent d'ordinaire, en ville, aux égouts; dans la campagne, ils vont directement aux cours d'eau. Ici, ce sont, comme dans les teintureries, les matières organiques d'origine végétale qui l'emportent, mélangées souvent à la soude, aux savons, aux sels métalliques; et lorsque les combinaisons de l'arsenic interviennent, il y a un danger à prévoir.

Principes d'analyse. — Comment d'un pareil chaos ne tirer que de l'eau pure, ayant le droit de couler aux rivières et d'alimenter les populations? Quels principes doivent nous guider?

L'eau parfaitement pure n'existe pas dans la nature; mais pour être bonne à boire, elle ne doit renfermer qu'une quantité à peine appréciable de matières étrangères; elle doit être sans goût et ne pas se troubler à la lumière. L'eau impure, à l'inverse, contient d'une manière sensible des substances étrangères, minérales et organiques, suspendues et dissoutes. Les matières minérales produisent surtout la dureté qui contrarie la cuisson des légumes, consomme du savon en pure perte dans la lessive, et encroûte les chaudières des machines à vapeur. Les matières organiques ont un effet plus sérieux : elles agissent sur l'économie du corps humain, et si elles sont d'origine végétale ou animale, elles rendent l'eau louche, repoussante au goût, et peuvent transmettre les germes des maladies contagieuses. Enfin elles deviennent dangereuses, toxiques lorsqu'en sortant des manufactures elles retiennent de l'arsenic. L'analyse chimique devient donc une aide nécessaire, une lumière dont on ne saurait se passer. Elle doit, une eau étant donnée, en retirer avant tout les

matières organiques, séparer celles qui sont dissoutes de celles qui sont suspendues, isoler les deux groupes et dans chacun d'eux rechercher en première ligne le carbone et l'azote engagés dans des combinaisons instables, le *carbone* et l'*azote organiques*, dont les éléments ne cessent de se transformer et de nuire que lorsqu'ils arrivent à l'état stable et minéral de l'acide carbonique et des nitrates.

L'analyse ainsi conduite peut titrer les eaux d'après la proportion de carbone et d'azote organiques contenus dans un litre ou dans un mètre cube. De même elle mesurera l'efficacité des procédés d'épuration d'après la quantité de carbone brûlé, d'après la quantité d'azote minéralisé, nitrifié.

Tels sont les principes appliqués à des milliers d'essais pour constater l'état de *pollution* des eaux dans le bassin de la Mersey, et apprécier ensuite la valeur des remèdes.

Ces analyses, d'un ordre, d'une précision, d'une clarté élégantes, sont exprimées en fractions décimales, en cent millièmes. Les résultats en sont donc aisément comparables avec ceux que nous tenons d'autres sources, et ce n'est pas là un des moindres mérites du beau travail du docteur Frankland.

Après avoir précisé le mal, abordons l'étude des remèdes.

Les remèdes. — Les eaux courantes. — On avait affirmé d'abord que le simple mélange des eaux d'égout avec les eaux courantes suffisait à la purification; qu'il se faisait au moyen de l'oxygène dissous une combustion lente, réduisant les matières organiques, et qu'au bout d'un certain temps de parcours, on retrouvait l'eau infecte changée en eau pure.

Ces allégations sont en désaccord avec les faits. Sur l'Irwell, après un parcours de 17 kilomètres, on n'a perdu que 4 et demi pour 100 de carbone, et rien en azote organique, qui se retrouve en entier. Sur la Mersey, au bout de 20 kilomètres il manquait 20 pour 100 de carbone et 13 pour 100 d'azote. Les matières suspendues se déposent dans le trajet, cela est exact, mais les

matières dissoutes subsistent, et « il n'y a peut-être pas dans tout le Royaume-Uni, de rivière d'assez long parcours pour épurer complètement les eaux d'égout. »

Précipitation chimique. — Les réactifs chimiques, susceptibles de clarifier les eaux, sont-ils plus efficaces?

La défécation par la chaux a été habilement installée à Leicester par M. Wicksted. On mêlait un filet d'eau de chaux au courant des eaux d'égout. Le liquide, brassé mécaniquement, arrivait à un bassin de repos. Les matières en suspension, empâtées, alourdies par la chaux tombaient au fond, tandis que l'eau claire s'échappait par déversement à la surface.

On reprenait la boue avec une vis d'Archimède, on la séchait avec des turbines, on la moulait en briquettes qui devaient rendre l'engrais transportable. Malheureusement la chaux déplaçait l'ammoniaque, et il se dégageait d'insupportables vapeurs. L'engrais n'était pas accepté par les cultivateurs et restait pour compte au lieu de couvrir les frais.

Un autre procédé, l'A, B, C, eut un moment de vogue. A, c'était l'alumine, B, le sang (blood), C, le charbon. L'alumine produisait le collage des matières en suspension; le sang et le charbon étaient les désinfectants. L'A, B, C fut monté dans une grande ville industrielle, à Leeds, aussi embarrassée que Manchester de ses résidus; puis à Leicester il fut l'objet d'essais comparatifs avec la chaux. On acquit la preuve que la chaux et l'alumine réussissaient également à précipiter les matières en suspension, au chiffre absolu de 100 pour 100; mais à l'égard des matières dissoutes, il n'y avait de brûlé en moyenne que 28 pour 100 de carbone et 36,6 pour 100 d'azote organique. Les liquides, à demi épurés, ne pouvaient pas encore être écoulés aux rivières; la putréfaction se serait propagée dans le courant.

On a essayé bien des réactions en complétant la chaux et l'alumine par des sels métalliques, et en variant la manipulation. Les résultats n'ont guère changé : précipitation des substances

tenues en suspension, mais attaque incomplète des substances tenues en dissolution; en fin de compte, encombrement de l'atelier par des dépôts sans valeur marchande, et perte absolue des eaux, riches encore.

La filtration. — Le filtre de sable et gravier est depuis longtemps en usage dans l'épuration des eaux troubles de rivières. Les compagnies de la Tamise l'emploient sur une grande échelle. Est-il applicable aux eaux d'égout? Ce fut l'étude importante du laboratoire de la commission.

Les essais commencèrent avec la filtration *per ascensum*, avec le mouvement de bas en haut. L'eau d'égout avait à traverser par sous-pression et d'une manière continue une couche de sable de 2 mètres d'épaisseur, sous laquelle on envoyait un filet de 25 litres par mètre superficiel et par jour, faible quantité qui revient pourtant au dosage de 90 000 mètres cubes par hectare et par an.

On reconnut qu'au commencement de l'opération le travail réussissait, mais qu'il cessait vite, dès que les pores s'obstruaient; les matières suspendues tombaient encore au fond; mais les matières dissoutes subsistaient, gardant plus de moitié de leur poids; on ne détruisait que 26,3 pour 100 de carbone et 43,7 pour 100 d'azote, en retenant d'ailleurs 100 pour 100 de matières suspendues. Alors on renversa le procédé; on fit la filtration *per descensum*, de haut en bas, et l'on introduisit les eaux par intermittences, suivant la pratique des arrosages. On laissa des intervalles réguliers de repos entre les écoulements; on continuait d'ailleurs le même débit de 25 litres par mètre superficiel et par jour. Alors la vraie solution se montra; on vit disparaître en moyenne 72,8 pour 100 de carbone et 87,6 d'azote. L'explication était simple. Pendant que toutes les matières suspendues se déposaient à la surface du filtre, les matières dissoutes, dans leur passage à travers la masse, étaient attaquées énergiquement par l'air. Le carbone se brûlait, l'azote

et l'ammoniaque se nitrifiaient, se minéralisaient et devenaient inoffensifs. L'épuration était assez complète pour qu'on pût autoriser l'écoulement aux rivières des eaux revivifiées.

Les conséquences montraient qu'on rencontrerait des frais d'exécution modérés, car si l'on aménageait un hectare de terrain convenablement au moyen du drainage profond et de l'irrigation intermittente, de manière à faire succéder l'eau et l'air dans les vides du filtre, on arrivait à épurer 90 000 mètres cubes d'eau d'égout par hectare et par an. Avec deux hectares on assurait l'assainissement d'une ville anglaise de 10 000 âmes.

L'irrigation. — Il y a un pas de plus à faire. C'est d'user du filtre naturel, la terre, et de traiter par l'irrigation un sol mis en culture. Alors, non seulement on purifie les eaux, mais on aborde l'utilisation, on s'élève à la restitution.

En effet, les matières solides qui peuvent s'arrêter à la surface d'un champ, boues, détritus, substances organiques en voie de décomposition, sont un riche terreau pour la plante, tandis que les liquides qui contiennent les déjections, les urines et les vidanges, constituent un engrais de qualité supérieure.

« On considère avec raison, dit la commission, le nombre d'animaux nourris sur une ferme, chevaux, bœufs, moutons, porcs, comme la garantie de la fertilité durable du domaine, car tous les résidus de l'alimentation retournent à la terre par les fumiers. Or, si la valeur des fumiers dépend du titre des consommations de l'animal, qui consomme plus et mieux que l'homme? N'est-ce pas lui qui dès lors doit être classé le premier comme producteur d'engrais? » — Et la commission ajoute avec une colère qui rappelle celle de Liebig : « C'est un scandale que dans la région où s'entasse le huitième de la population de l'Angleterre, et où les besoins de la vie absorbent le huitième des productions et des importations du pays, on laisse couler aux rivières, pour infecter l'air et les eaux, une richesse d'engrais de 6 millions de francs par chaque million d'habitants.

« Rien ne répandra mieux la conviction à l'égard du vrai procédé d'épuration des eaux que la foi à la puissance de l'irrigation pour la fertilisation du sol. »

Application. — L'irrigation par les eaux d'égout est déjà appliquée en Angleterre dans de bonnes conditions. On peut citer Edimbourg, Croydon, Merthyr-Tidwill.

Édimbourg, depuis plus d'un siècle, a vu créer les prairies de Craigentinny, sur des sables de mer. Les herbages, arrosés avec les eaux du *Font burn*, qui est le collecteur des égouts, rendent de 100 à 150 tonnes de fourrages verts par hectare et par an, se louent de 1500 à 2000 francs l'hectare, et nourrissent les vaches qui fournissent le lait aux meilleures familles.

A Croydon, ville de 40 000 âmes, la ferme de Beddington Park, de 100 hectares d'étendue, utilise les 125 000 mètres cubes d'engrais liquide qui sortent des habitations, largement pourvues d'eau et de water-closets. La ferme déjà peut payer une sous-location à l'administration municipale, qui est débarrassée des plaintes d'insalubrité et constate une diminution dans la mortalité en ville. A Merthyr-Tidwill, ville de 50 000 âmes, dans les mines du pays de Galles, un champ de 8 hectares fortement drainés à 2 mètres de profondeur suffit à l'épuration. Il est divisé en quatre compartiments qui reçoivent chacun l'eau d'égout pendant six heures et se reposent pendant dix-huit heures. Des sources vives s'échappent par les drains pendant que le sol porte des récoltes.

Eaux industrielles. — Les villes ont donc, dans l'irrigation, le procédé d'épuration de leurs eaux d'égout. En est-il de même des eaux industrielles?

Les résidus liquides des usines contiennent souvent des substances d'origine animale ou végétale, altérées par les réactifs qu'on emploie dans les opérations d'atelier; la soude,

la potasse, les acides chlorhydrique et sulfurique, les sels métalliques de fer, de cuivre, d'arsenic.

Ici l'épuration chimique doit intervenir pour ressaisir les réactifs et les revivifier au lieu de les abandonner, ou pour extraire des derniers produits des valeurs nouvelles.

Ainsi les usines à gaz ont su tirer des goudrons des couleurs d'aniline d'une variété et d'un prix inespérés. Les peignages de laine, si importants à Bradford en Angleterre, à Reims et Roubaix en France, commencent à reprendre dans les résidus liquides, de la potasse, des savons, des graisses.

La potasse s'obtient par le simple lavage des toisons à l'eau froide; il suffit de concentrer et d'évaporer la dissolution. Quant aux eaux épaisses qui sortent des manipulations et contiennent jusqu'à 30 kilos de matières par mètre cube, on les laisse d'abord déposer dans un bac, et le précipité livre un tourteau d'engrais. On les traite alors par l'acide chlorhydrique, qui met en liberté les acides gras; il se fait un magma contenant les trois quarts des graisses, et l'on sait travailler ce magma, en tirer des savons, de la bougie stéarique, des huiles de graissage. Enfin, quand on n'a plus devant soi que des eaux pauvres, dépouillées, intraitables, l'épuration chimique les livre à l'épuration agricole. L'irrigation achève ce que l'usine n'a pu terminer avec son laboratoire, ses forces motrices, son personnel exercé, et elle rend souvent par les drains une eau plus pure que celle qui avait alimenté les opérations industrielles.

La loi de 1876. — Les travaux de la commission qui avait si bien vu le bassin de la Mersey démontraient qu'on tenait enfin la solution de l'épuration des eaux d'égout. Il suffisait d'appliquer la filtration intermittente qui, en pratique, devient l'irrigation d'un sol perméable et cultivé.

La loi de 1876 sur l'assainissement des cours d'eau vint consacrer les principes. Elle déclara que nul ne pouvait porter atteinte à la pureté des eaux, pas plus qu'à leur libre cours, et

elle établit la protection des rivières en la conciliant avec le drainage d'assainissement des villes et le travail des manufactures.

Il y a contravention dès qu'on jette au courant des matières, solides ou liquides, qui sont de nature à obstruer, gâter ou empoisonner un cours d'eau naturel. La plainte doit être portée devant le comité sanitaire du district, pour être soumise ensuite au Bureau du gouvernement local (*Local government Board*), qui est le conseil du ministère de l'intérieur.

Le Board examine s'il y a au mal signalé des remèdes pratiques compatibles avec l'état des lieux, les ressources des villes, les conditions de vie des usines. Il s'éclaire par des expertises et des enquêtes. S'il accorde l'autorisation de poursuivre, l'affaire est envoyée à la Cour du comté, laquelle a pleins pouvoirs pour prescrire les ouvrages et ordonner même l'exécution d'office, quand les délais accordés au délinquant sont dépassés.

La loi de 1876 est appliquée jusqu'ici avec modération. Les petites localités s'y soumettent, parce qu'elles trouvent sans trop de peine dans leur rayon de petites fermes à irriguer.

Mais pour les grandes villes, la difficulté d'acquisition des terrains est un réel obstacle, et cela explique les solutions imparfaites, basées sur la seule précipitation chimique ou l'envoi des eaux d'égout à la mer.

Résultats acquis en Angleterre. — Ainsi, depuis 1850, l'Angleterre a donné une attention sérieuse aux questions d'assainissement.

La réforme porte d'abord sur le service domestique, sur l'intérieur de la maison. Le *Board of Health*, sous le souffle ardent de M. Chadwieck, établit les principes : la maison doit avoir, à robinet libre, l'eau pure, limpide et fraîche; elle doit perdre ses vidanges à l'égout, et le water-closet est le point d'appui de la salubrité de l'habitation. La circulation sans arrêt de l'eau dans l'organisme du sol est prouvée comme la circulation du sang dans le corps humain.

L'eau d'égout doit donc retourner à la terre; là, après avoir nourri la plante, elle sortira de nouveau en sources vives. Puis le mouvement gagne le service public. Le *Metropolitan Board of Works*, substituant une action d'ensemble au désordre des autorités de paroisses, exécute l'opération grandiose du drainage de Londres et des quais de la Tamise.

Les résidus de toute nature d'une population de cinq millions d'âmes sont précipités chaque jour à la mer au moyen de machines et de réservoirs qui créent la pente partout où elle fait défaut.

La Métropole est assainie, mais d'immenses ressources d'engrais restent encore perdues, le côté économique n'a pas encore sa part.

L'état d'infection de toutes les rivières préoccupe à son tour l'opinion publique. La commission chargée d'étudier la *Pollution* dans le bassin de la Mersey autour de Manchester, dans la région la plus encombrée d'usines et d'ouvriers, y rencontre toutes les difficultés réunies : les eaux d'égout des villes avec les résidus liquides des manufactures.

Elle aborde le problème à l'aide des analyses précises et innombrables du docteur Frankland, et elle met en pleine lumière le mal et le remède : la filtration intermittente réussit seule à saisir toutes les matières organiques suspendues et dissoutes, à les séparer, à les brûler, à les minéraliser. En pratique, c'est l'irrigation d'un sol perméable et cultivé. Le progrès agricole se trouve, par une harmonie naturelle, lié à l'assainissement. Pour l'industrie d'ailleurs, mêmes ressources dans l'irrigation, dès que l'on a retiré par un traitement chimique les éléments susceptibles de reparaître dans les réactions qui transforment à l'atelier les matières premières en matières fabriquées.

Alors la loi de 1876 peut fixer les mesures qui ramèneront dans les cours d'eau une pureté que chaque riverain réclame en accusant son voisin et en oubliant qu'il fait lui-même le mal dont il se plaint.

L'amélioration peut s'obtenir sans porter préjudice au drainage des habitations et au travail des manufactures. La conciliation des intérêts en présence, confiés au *Local government Board*, commence et s'exerce de manière à faire pénétrer la loi dans les habitudes du pays.

Sans doute il reste beaucoup à faire. L'utilisation des eaux d'égout manque dans les grandes villes, Londres en tête. Mais les idées, les convictions s'y préparent.

Nous n'avons pour le démontrer qu'à rappeler les enquêtes de 1884 sur l'état de la Tamise maritime et les avis de la commission, remettant à l'étude la question des débouchés, et indiquant comme remède l'application au sol des vases et des liquides constituant les eaux d'égout.

ALLEMAGNE

Application des théories sanitaires. — Les théories de la réforme sanitaire en Angleterre pénétrèrent bientôt sur le continent. Dès 1852, M. Ward, collègue de M. Chadwick, les exposait en français au congrès de Bruxelles : il affirmait que la circulation sans arrêt des eaux d'égout est à l'égard du sol un principe aussi vrai, aussi fécond que la circulation du sang pour le corps humain, établie par Halley deux siècles auparavant.

Pendant que les villes anglaises cédaient lentement au mouvement, deux applications importantes s'exécutaient en Allemagne, à Dantzig et Berlin.

DANTZIG

Dantzig, quoique entourée de rivières et à portée de la mer, quoique soumise à un hiver de glace qui dure de novembre à

février, voulut avoir les eaux de sources, la perte des vidanges à l'égout et l'irrigation des dunes. Tout réussit, même les arrosages qui continuent par tous les froids avec des eaux tièdes à 5 degrés. Dantzig mériterait qu'on s'y arrêtât; mais, ville de deuxième ordre, elle n'a que 100 000 âmes. Mieux vaut porter de suite l'attention sur la cité maîtresse, Berlin.

BERLIN

Population. — A l'époque où la révocation de l'édit de Nantes y porta les réfugiés français, vers 1685, Berlin n'avait que 10 000 habitants. De simple résidence de l'électeur de Brandebourg, elle est devenue, en deux siècles, une capitale d'empire, presque la métropole de l'Allemagne. A mesure que gagnait l'agrandissement militaire, la population affluait. En 1789, après le grand Frédéric, Berlin a déjà 146 000 habitants; en 1840, peut-être par l'effet du Zoll-verein, de l'union commerciale, le chiffre est monté à 328 000; en 1867, avant la guerre avec la France, il y a le double, 632 000; en 1871, après la guerre 826 000, et, en 1884, 1 223 000; l'augmentation dans cette dernière période était de 32 000 âmes par année.

Situation. — Berlin se développe sur un territoire de 5900 hectares, au milieu d'une immense plaine de sable qui semble un relais de la Baltique. On est au 52e degré de latitude nord. Le sol pauvre, peu ondulé, porte des forêts de pins, entremêlées de seigle et de pommes de terre. La pomme de terre de bonne qualité est le point d'appui de l'alimentation publique, comme de l'industrie agricole qui distille ce qui n'est pas consommé en nature.

La Sprée, rivière à faible pente et d'un débit d'étiage de 10 mètres cubes, traverse Berlin, coule vers les marais de l'Havel, affluent de l'Elbe, et s'y jette près la place forte de Spandau.


PLAN DE BERLIN
ET DE SES ENVIRONS
LÉGENDE
Eaux
Conduites de distribution
Réservoirs
Usines élévatoires
Égouts
Égouts collecteurs
Usines élévatoires
Irrigations
Conduites de refoulement
Surfaces irriguées
Chemins de fer
Limites de Berlin
Echelle de 1/80000
Grave par L. Sonnet 99 Boul. St Germain.
Paris. Imp. Fraillery

Elle sert de canal de transport et divise la ville en deux : la cité, qui a pour point central l'édifice en style féodal du nouvel hôtel de ville, est marquée par d'anciens fossés enfermant un îlot sur la rive droite. La ville nouvelle, *Friederichstadt*, qui date du siècle dernier, et doit sa création et ses monuments à la dynastie des Frédérics, est bâtie sur la rive gauche. Elle a pour axe l'allée « Sous les Tilleuls » (*Unter den Linden*), belle avenue de 2 kilomètres de longueur et de 50 mètres de largeur, plantée d'une quadruple rangée de tilleuls et de marronniers. Les *Tilleuls* vont de l'est à l'ouest, unissant le palais impérial avec la porte de Brandebourg, arc de triomphe en portique grec. L'allée mène à la promenade du Bois, au *Thiergarten*, et de là aux résidences de Charlottenbourg et de Potsdam qui sont les palais d'été : bordée par l'Opéra, le Musée, les principaux hôtels, les boutiques de luxe, cette voie centrale représente nos boulevards.

Au nord des Tilleuls et du Bois, au milieu des clairières, se construit le quartier industriel et populeux de Moabit. Au sud s'étend le quartier des affaires, la croisée de Berlin, tracée par les rues Friederick et Leipzig, qui se coupent à angle droit; la Banque, la Bourse, les grands magasins, les ministères sont ici. Puis, si l'on continue la promenade vers l'ouest, en longeant le Bois, on rencontre une sorte de West-End, un ensemble de « terraces » anglaises, villas occupées par les familles riches.

Les rues. — Les rues sont larges, coupées avec monotonie à angle droit, généralement mal pavées, parce que les bons matériaux de chaussée, le caillou, le grès, le granit, appartiennent à des formations trop éloignées pour ne pas être coûteux. Il n'y a sur place que l'argile donnant les briques rouges et pâles, avec lesquelles on construit, parfois avec charme pour l'œil, des bâtiments de deux couleurs.

Le trottoir existe dans les rues fréquentées, même avec lar-

geur de 4m,50, mais il était séparé de la chaussée par des ruisseaux qui étaient des égouts à ciel ouvert, et qui, chargés de conduire à la Sprée ou à ses canaux les eaux pluviales et ménagères, atteignaient parfois 0m,80 de profondeur. Il fallait se garer pour n'y pas tomber. En outre, de distance en distance, des pompes de service public donnaient aux riverains l'eau de la nappe, eau peu profonde, salie par les filtrations de la boue des ruisseaux ou des fosses à vidanges des habitations.

Les maisons. — La population de 1 200 000 âmes qu'attire la capitale vient se presser dans 18 000 maisons environ, habitées depuis les caves jusqu'aux combles de cinq étages. Les boutiques du rez-de-chaussée ont toutes, pour les logements des familles de marchands, des caves en sous-sol. On y a plus chaud l'hiver par un froid de 20°, et plus frais en été par une chaleur lourde de 25°. Les appartements d'étages sont généralement grands, hauts, éclairés; mais on éprouve une sorte de tristesse à rencontrer un poêle de faïence au lieu de la cheminée ouverte, si décorée, si gaie dans nos appartements. Il y a nécessité de combiner avec de doubles fenêtres, l'effet du poêle constamment allumé l'hiver.

Dans les étages supérieurs, les chambres ont parfois des « *schlafstelle* », simples places louées pour dormir : c'est souvent un lit dans une chambre déjà occupée par une famille. Enfin dans les combles on installe des dortoirs pour les domestiques.

Mortalité. — L'influence de ces conditions sur la mortalité était déplorable. Quand on relevait la courbe des décès par étages, on lui trouvait deux maximums : l'un dans les caves, l'autre dans les combles. Si l'on cherchait l'effet des saisons, on voyait apparaître en juillet une mortalité double de celle de décembre, preuve de l'infection qui par le soleil d'été sortait des ruisseaux et de la Sprée, et viciait profondément l'air respirable.

La réforme. — Un pareil régime appelait la réforme de l'assainissement. Les études, engagées dès 1862, furent poursuivies jusqu'en 1874 et traitées sous tous les aspects : météorologie du climat, nature du sous-sol, nappe souterraine, cours de la Sprée, système de vidanges, épuration par les réactifs chimiques, essais d'irrigation. Le rapport d'ensemble dû à un savant de réputation européenne, Virchow, concluait de la manière la plus formelle à la distribution d'eau pure, à l'établissement des water-closets, à l'écoulement total à l'égout, à l'épuration des eaux par l'irrigation, conformément aux projets de M. Hobrecht, qui eut mission de réaliser ses idées et obtint la satisfaction de les voir réussir.

Il s'agissait d'organiser la circulation sans arrêt pour aboutir à la restitution, pour reproduire ce qu'on a appelé avec justesse le « circulus de plus court rayon. »

L'eau pure devait monter d'elle-même aux logements, et y travailler avec abondance.

Le point d'appui de la salubrité de l'habitation devenait le water-closet; et le water-closet c'est la perte des eaux impures à l'égout, leur fuite immédiate vers la zone de culture qui est chargée de les dépouiller, de les revivifier au profit de l'alimentation du marché.

Mesures administratives. — Les mesures administratives qui régissent la canalisation furent fixées en 1874 et 1875, et réunies dans un formulaire.

Dès que la canalisation souterraine existe dans une rue et un quartier, tout propriétaire est tenu de joindre son immeuble à l'égout public par un drain de 0^{m},16. Ce drain doit servir à l'écoulement des eaux pluviales et ménagères comme à la perte des vidanges; mais il est interdit aux débris solides, restes de cuisine, cendres de foyers, immondices. Les fosses à vidange sont supprimées, le water-closet devenant l'organe unique de l'habitation. Dans les rues, les écoulements à ciel ouvert, les

fossés profonds qu'on franchit sur des ponceaux de dalles, disparaissent; le revers doit devenir un trottoir, arrêté par une bordure en granit contre le caniveau d'une chaussée à faible bombement.

Dans le délai de six semaines après notification, le propriétaire est tenu de présenter le projet de drainage de son immeuble rédigé d'après une formule commune. Le tuyau de descente des eaux pluviales se terminera par un appareil à siphon pouvant arrêter les débris solides des toitures. L'évier de cuisine sera muni d'une grille; le drain de l'habitation sera protégé contre le retour du mauvais air de l'égout par un siphon et un clapet, avec puisard de visite en avant.

L'abonnement aux eaux de la ville devient obligatoire. La demande doit se faire dans le délai de six semaines après notification. Si le propriétaire n'obéit pas, l'abonnement est imposé d'office, comme le drainage s'exécutera d'office, dès que les délais seront dépassés.

Enfin le partage des travaux et le mode de recouvrement des dépenses sont aussi réglés. Tandis que le propriétaire travaille chez lui, à l'intérieur de l'immeuble, l'administration travaille sur la voie publique, et même se réserve le droit de poser, au delà du mur de façade, le siphon, le clapet, le puisard à établir comme garanties au départ du branchement sous la voie publique. Les agents ont d'ailleurs permission de pénétrer dans une habitation pour s'assurer que les prescriptions de l'autorité sont observées; les infractions peuvent entraîner l'amende et la prison.

Quant aux dépenses à recouvrer par la ville, elles sont de deux sortes. Les travaux faits pour le compte des particuliers sont réglés aux prix de tarifs approuvés; les travaux de canalisation, construction et entretien, comportent une comptabilité spéciale. Le principe est que chaque immeuble rattaché à la canalisation doit une part proportionnelle de la dépense.

Par suite on établit le compte d'intérêt et d'amortissement

du capital : on ajoute les frais d'entretien et l'on opère la ventilation par immeuble. Les tableaux de répartition sont affichés avant le 1[er] janvier de l'exercice; l'acquittement se fait par trimestre, comme en matière de contributions publiques. En cas de réclamations, on a le recours devant le Conseil royal de Postdam.

Ainsi la distribution d'eau et le drainage sont obligatoires; nul propriétaire ne peut s'y soustraire, dès que la ville a établi dans un quartier la canalisation souterraine.

La taxe est, non pas fixe, mais proportionnelle. Elle doit couvrir tous les frais de l'opération, en répartissant les charges sur l'ensemble des immeubles qui jouissent des avantages d'une salubrité supérieure.

C'est presque notre loi de dessèchement.

Voyons maintenant l'organisation des services publics de la distribution d'eau, du drainage, des irrigations.

Distribution d'eau. — L'administration voulait assurer à une population d'un million et demi d'habitants un approvisionnement de 85 000 mètres cubes par jour avec prévisions d'accroissement en cas de besoin. De telles quantités ne pouvaient se rencontrer que dans les rivières du voisinage, la Sprée et l'Havel.

La Sprée avait déjà un établissement; une compagnie anglaise avait monté à l'est, au bout de la vieille ville, le service des eaux de la rivière clarifiées par le filtrage sur des lits de gravier. Il y a là une force de 1200 chevaux, 10 bassins filtrants et une conduite de $0^m,75$ allant au réservoir de Muhlberg, point haut du nord de la ville. L'établissement a été exproprié, et il travaille en régie aujourd'hui, mais il ne donne pas la moitié du cube nécessaire. De plus, l'eau de la Sprée est tiède en été et salie par le mouvement des bateaux, par les écoulements des riverains.

L'approvisionnement important fut, d'après les études de

M. Vitmeyer, reporté à l'extrémité nord sur l'Havel ; on se décida à puiser dans la nappe qui circule sous les sables, emmagasinant les pluies du climat et s'écoulant lentement vers la vallée. On choisit les bords du lac du Tegel sous Spandau. Ce sont des solitudes entourées par des forêts de pins et des landes. La filtration naturelle dans les sables marins produit une eau limpide, ne contenant que $0^{gr},152$ de carbonates calcaires et gardant une fraîcheur de 12 degrés. C'est par des puits que l'on capte ce que l'on appelle des *sources :* il y en a 25, qu'on épuise avec une force de 450 chevaux. Le produit est envoyé au réservoir de Charlottenbourg, placé 20 mètres plus haut que le Tegel. Là, comme il faut encore assurer 30 mètres de charge en sus à la distribution en ville, il y a un relai de 440 chevaux qui refoulent dans une colonne formant manomètre libre. L'usine de Charlottenbourg travaille de préférence à l'usine de la Sprée, à laquelle on demande seulement d'arriver en appoint.

L'eau dans les maisons est délivrée au compteur avec un minimum de concession de 80 mètres cubes par trimestre. Tous frais compris, elle coûte 40 centimes le mètre cube pour les usages domestiques, et la moitié, 20 centimes seulement, pour les usages industriels.

Résumons le service des eaux en disant qu'appuyé sur une force de 2100 chevaux, il a coûté 40 millions d'acquisition et de constructions neuves. L'effet ne se fait pas attendre : sur 18 000 maisons 14 000 ont déjà des abonnements.

Ajoutons qu'en cas de besoin on répéterait à l'extrémité sud, au lac de Muggel, sur la Sprée supérieure, la solution des *puits sources* qui réussissent au nord, au lac du Tegel, sous la Sprée inférieure.

Drainage, projets. — Le réseau du drainage était l'œuvre difficile. Comment réaliser la perte directe des caux imposée aux habitations privées? Comment supprimer sur les voies

publiques ces fossés qui portaient l'infection avec eux? Comment affranchir la Sprée qui devait cesser d'être le grand égout? Comment traiter une plaine de niveau où la nappe se tient à deux mètres au-dessous du sol?

Or la pente naturelle qui fait défaut peut être suppléée par la pente artificielle des machines. Si sur un plan horizontal on sème des pompes d'épuisement, et si les points d'appel sont à la circonférence de l'agglomération au lieu d'être vers le diamètre occupé par la rivière, tout se passera comme si la ville était bâtie sur un plateau, versant au dehors par des pentes renversées, comme si elle couvrait une terrasse sillonnée par des ruisseaux ayant leur embouchure aux puits de ceinture; c'est ce que M. Hobrecht a appelé le système *radial*, parce que les *affluents*, au lieu d'arriver par étages parallèles vers la vallée, courent en rayonnant vers le cercle de ceinture.

A Berlin la superficie totale de 6000 hectares n'a que 2360 hectares de terrains bâtis : 1400 au nord sur la rive droite de la Sprée, 960 au midi sur la rive gauche. Ici sont les quartiers de luxe chargés d'habitants et de trafic. Aussi a-t-on formé de ce côté trois centres partiels avec usine et réseau distincts. La rive droite, moins encombrée, n'en a que deux. Quant au reste du territoire, il aura plus tard aussi son drainage et ses machines : l'essentiel était de travailler de suite pour l'agglomération existante, et d'assurer l'épuisement régulier d'un cube évalué avec les pluies ordinaires du climat à 100 000 mètres cubes par jour. La décharge, qui ne se fait plus à la rivière qu'en temps d'averses, s'obtient au moyen de domaines d'irrigation situés au loin dans la banlieue. Par prévoyance des besoins de l'avenir et pour devancer la hausse du prix des terrains, la ville a déjà acquis 5300 hectares pour 15 millions de francs, soit au prix de 2500 francs l'hectare.

Construction. — C'est en 1873 que les décisions, les projets, les autorisations de crédit permettaient d'engager les travaux.

Dix ans après, en 1883, les cinq usines des cinq arrondissements de dessèchement travaillaient. Les deux tiers des habitations des quartiers riches étaient rattachés à la canalisation; les voies publiques de grande circulation avaient le profil normal; les usines envoyaient près de 80 000 mètres cubes par jour sur 3000 hectares de terrains irrigués.

Donnons un coup d'œil aux détails :

La maison. — Le drainage de la maison consiste à relier les pertes des cabinets de toilette, des éviers de cuisine, des sièges de water-closets avec le tuyau en grès de 0^{m},16 qui forme collecteur et débarrasse l'habitation. Des appareils à siphon, des grilles, un puisard avec clapet à la sortie de la maison, une pente de 2 pour 100 donnée au tuyau de 0^{m},16, combattent les obstructions et le mauvais air, en multipliant les fermetures hydrauliques, en permettant des chasses et des vérifications.

Sur la voie publique la solution consiste à reporter en sous-sol les lignes d'écoulement qui existent à ciel ouvert sur les revers et le long des chaussées. Des drains doubles et parallèles répondent aux alignements des rues, se joignent aux carrefours, vont se verser dans un égout qui rassemble leurs eaux pour les porter au collecteur, affluent du puits des machines. Il y a en réalité trois réseaux : 1° le réseau tertiaire formé par des tuyaux en poterie de 0^{m},22, circule en double voie par toutes les rues; 2° le réseau secondaire, constituant les rameaux, est formé par des tuyaux de grès de 0^{m},45 ou des égouts de briques à type ovoïde, ordinairement de 0^{m},80/1^{m},20; 3° enfin les artères de premier ordre; les collecteurs figurant les troncs, sont encore des galeries ovoïdes en briques au diamètre de 1^{m},35/2^{m},00 qui admettent la visite.

Aux changements d'alignement, aux croisements des drainages, il y a des regards permettant de surveiller les obstructions; sur le parcours des lignes d'égout, des trous d'hommes avec plaques à jour établissent une ventilation. Les entrées d'eau se

font par des grilles à puisard où tombent les débris solides et d'où s'échappent par déversement les liquides.

Examinons l'exécution :

Quartier des Tilleuls. — La plus grande densité de la population est dans le plus petit des cinq arrondissements, dans Friederickstadt, qui n'a que 240 hectares, mais qui renferme le boulevard des Tilleuls, les grandes rues Friederick et Leipzig, les hôtels, les magasins de luxe, les palais. C'est par ce riche îlot qu'on a commencé : les travaux y sont terminés, et l'exploitation marche depuis 1875, gagnant chaque jour de nouveaux branchements.

Les collecteurs descendant de la porte de Brandebourg et de la porte de Leipzig amènent le flot du drainage de l'arrondissement à une puissance de 360 chevaux, établie près la gare du midi, près la station du chemin de fer de Dresde.

En avant de la galerie d'aspiration, les eaux rencontrent un puits circulaire de 12 mètres de diamètre, séparé en deux par une claire-voie de filtrage : c'est une dernière précaution contre l'introduction des solides dans les conduites. Les machines sont horizontales; elles mènent des pompes à haute pression et à double effet, avec soupapes à clapets multiples. Elles refoulent à 13 kilomètres de distance et à 21 mètres de hauteur, et travaillent en service forcé à trois ou quatre atmosphères. La voie de refoulement est une double conduite en métal de $1^m,00$ et $0^m,75$ de diamètre destinée à porter au domaine d'Osdorf le tribut des trois usines de la rive gauche.

Sur la rive droite, mêmes dispositions; les deux arrondissements ont chacun une usine et une conduite spéciale de $1^m,00$ de diamètre, laquelle aborde par les deux extrémités le domaine de Falkenberg, à 13 kilomètres de distance et à 30 mètres de hauteur au-dessus du niveau d'aspiration; de ce côté c'est un service à cinq atmosphères. Cinq usines de 500 chevaux environ vont donc s'attribuer les parts diverses d'un épuisement

qu'on évalue à 100 000 mètres par jour, en y comprenant les pluies. Il faudra, en outre, sur les deux rives de la Sprée et au cœur de la capitale, deux usines de relai qui, ramassant au centre les eaux basses, les livreront aux véritables usines de transmission placées sur la circonférence.

Berlin est traité comme un polder dont on fait le dessèchement avec 2500 chevaux de force. L'opération était si nécessaire que, malgré les charges qu'elle impose à la propriété, la propriété s'y soumet. Tandis que la maison s'assainit par l'eau et la perte à l'égout, la rue est améliorée du jour au lendemain; au lieu d'être coupée par deux fossés profonds, elle gagne toute la sécurité, toute la largeur que lui assurent deux trottoirs francs, deux bordures en granit que les voitures peuvent côtoyer sans danger.

Irrigations. — La pente artificielle ne substitue à un plan horizontal un plan vallonné, et ne garantit un écoulement constant que si les machines n'arrêtent pas.

Comme l'épuisement a pour réservoir de vide l'irrigation, l'irrigation à son tour doit être continue; c'est le dernier terme du problème.

Le domaine d'Osdorf, acquis par la ville au prix moyen de 2200 francs l'hectare, se rencontre à 12 kilomètres sur la route de Dresde, laquelle partage presque également l'étendue totale de 824 hectares.

On est toujours sur le sable fin, dénué d'arbres et de maisons et peu mouvementé; on aperçoit à 4 kilomètres l'école des cadets de Lichterfeld; le chemin de Potsdam passe à côté, et les villas d'été commencent même à approcher.

Le centre de l'exploitation est une vieille ferme, à bâtiments ordinaires, écuries, étables, hangars qui enferment une grande cour carrée, que surveille le pavillon du régisseur. Quant aux conduites de $1^m,00$ et $0^m,75$ parties de Berlin, elles débouchent par deux tuyaux debout, formant manomètre libre. Les bran-

chements s'en échappent portant des robinets vanne de $0^m,50$, par lesquels se fait l'alimentation des rigoles à ciel ouvert, des courants d'irrigation.

Pour répondre au service continu, les terres passent par deux états : on les colmate d'abord, puis lorsque la couche végétale est formée on la soumet aux façons de la culture irriguée ; on peut ainsi utiliser en colmatage les heures de nuit et les jours d'hiver, quand cessent les arrosages.

Un cube actuel de 20000 mètres cubes par jour se répand sur 432 hectares dont 63 sont livrés aux eaux de colmatage, et 364 appartiennent aux cultures diverses et aux prairies.

Les bassins ont environ $0^m,50$ de hauteur d'eau sur des surfaces bien nivelées et encadrées par des banquettes. La perméabilité du sol rend la filtration rapide, et les froids d'hiver compriment les émanations.

Les champs de grande culture sont pour deux tiers en avoine, en colzas, en racines surtout et en gros légumes ; le dernier tiers est en ray-grass. Tout est disposé par planches de 1 mètre environ, avec rigoles de $0^m,30$. Les plantes ont la plus belle végétation ; les produits se vendent au marché de Berlin. Les ray-grass, qu'on coupe quatre fois, alimentent une étable de vaches hollandaises dont le lait est pris sur place pour la capitale.

La qualité des produits est donc hors de doute. Reste à juger l'épuration. L'eau d'égout arrive noire, elle a reçu les vidanges et elle en a gardé légèrement l'odeur. Elle sort pourtant de dessous terre, limpide fraîche, pure. Le *réactif vivant*, l'un de nous, peut boire de l'eau, il n'y décèlera aucune trace de matière organique.

Exploitation d'ensemble. — Aujourd'hui que les cinq usines travaillent, c'est sur 3150 hectares que marche l'irrigation de jour et de nuit et par toute saison. Facile en été, elle n'est pas embarrassée par les glaces d'hiver, parce que les eaux d'égout

sont tièdes; mais elle devient difficile dans les nuits longues, froides, humides de novembre, quand le sol est détrempé. Pourtant le service y résiste et aucune plainte d'insalubrité n'a été sérieusement présentée.

Dans le dernier exercice d'avril 1883 à mai 1884, l'exploitation a épuisé en ville près de 32 millions de mètres cubes, et a dépensé 690 000 francs; c'est 0 fr., 022, un peu plus de 2 centimes par mètre cube envoyé aux bouches d'arrosage de la plaine. Dans les fermes en régie on calcule que la vente des produits couvre sensiblement les frais du faire valoir.

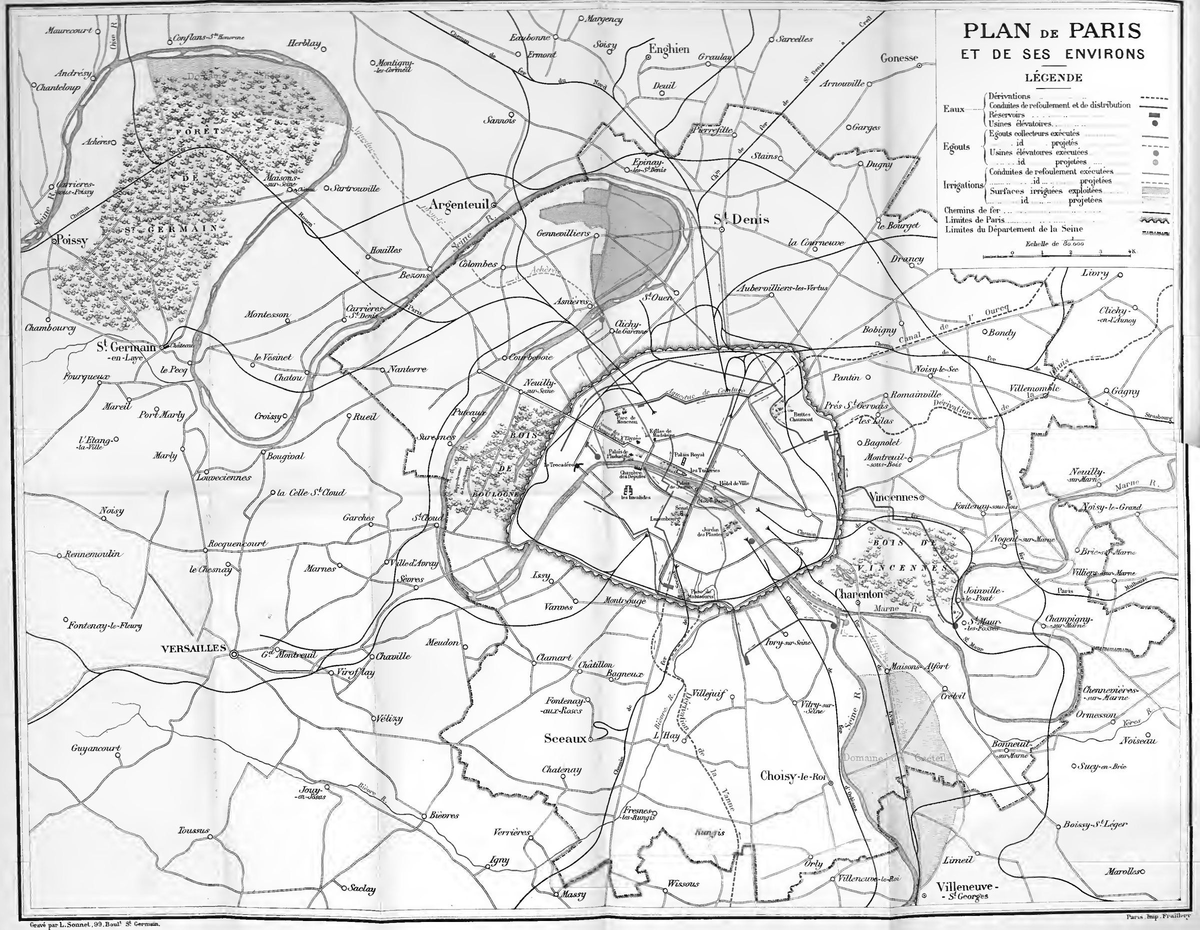
Conclusions. — On a donc pu en dix ans porter la salubrité dans les maisons de Berlin, donner aux voies publiques la largeur, la sécurité, le progrès de viabilité que l'activité du trafic exige aujourd'hui, et affranchir la Sprée qui cesse d'être un égout au cœur même d'une cité de 1 200 000 âmes. Sans doute tout n'est pas parfait. Les appareils des maisons n'ont qu'incomplètement les chasses de lavage des eaux, et le mouvement de la ventilation libre, comme dans le modèle de l'habitation anglaise. Le drainage des rues au moyen des tuyaux et des puisards ne vaut pas le nettoiement des voies publiques fait à Paris dans les galeries de la ville souterraine, galeries qui enferment tous les organes de la distribution, du drainage, du transport électrique, en affranchissant la chaussée de l'embarras des fouilles de branchement. Enfin des irrigations qui s'opèrent en régie sur 3000 hectares aujourd'hui, et bientôt sur 5000, sont une lourde charge, que la culture libre porterait légèrement et avec bénéfice.

Mais le temps est là pour amener les corrections. Pouvait-on faire mieux, en moins de temps et avec moins d'argent? Nous ne le croyons pas, et l'on ne saurait hésiter à rendre justice à cette transformation de Berlin, toute violente qu'elle nous paraisse. Des volontés intelligentes ont pris les décisions : des hommes de talent les ont exécutées.

L'opinion publique et la propriété ont compris le bien et se

sont soumis aux sacrifices. En dix ans, une ville qui était à l'état barbare est devenue une jeune capitale, entrant en lutte d'assainissement et de viabilité avec ses aînées, Londres et Paris.

Le résultat ne s'est pas fait attendre : la mortalité qui était de 41 pour 1000 en 1866, n'a été en 1883 que de 28. Ce n'est pas encore Paris qui est à 25, encore moins Londres qui est à 21, mais c'est une bien grande justification des travaux de M. Hobrecht.



Gravé par L. Sonnet, 99, Boul^d St Germain.

Paris. Imp. Fraillery

III. PARIS

PREMIÈRE PÉRIODE

De l'origine de Paris à la Révolution de 1789.

INTRODUCTION

Dix degrés de latitude séparent l'Espagne et l'Italie de l'Allemagne et de l'Angleterre : y a-t-il même écart dans les procédés d'assainissement? Nullement.

Au midi on recherche la fraîcheur dans l'habitation; mais aussitôt que l'eau a coulé d'un jet presque toujours continu, il lui faut une voie d'échappement, un drainage, un égout. Alors, à la campagne où l'irrigation fait la production, on emploie par hasard et faute de mieux les eaux qui ont lavé les rues et les maisons. On voit avec surprise en résulter les meilleurs marais de jardinage dans la huerta de Valence, les meilleures prairies, les prés marcites à Milan. Au nord, les besoins sont opposés; il faut d'abord se débarrasser de la pluie; on l'envoie au cours d'eau voisin qui devient un égout, que l'on couvre, que l'on transforme en galerie quand la vie est menacée par le voisinage de l'infection. Puis, la machine à vapeur faisant pénétrer

l'eau dans les habitudes domestiques, le water-closet s'introduit, se généralise et force l'entrée des galeries qu'on lui avait interdites.

Mais alors la rivière n'a plus que des eaux troubles, souillées, insalubres. Que faire? Après avoir bien cherché, on ne découvre encore ici comme remède que l'irrigation.

N'est-on pas ramené au même cercle ? N'est-ce pas toujours la loi de circulation et de restitution, représentée par les eaux, les égouts et les irrigations ? Paris donnera même démonstration.

Les eaux d'égout sont en grande partie des eaux pures, gâtées par les usages domestiques et le lavage des rues. Elles tombent d'ordinaire au courant en entraînant les boues et les vidanges.

Les eaux, les égouts, les vidanges ont préoccupé toutes les administrations qui se sont succédé. Pour saisir le mouvement, le mieux est de le prendre dès l'origine de la cité et de le poursuivre jusqu'à nos jours. Il y a là d'ailleurs des périodes qui s'indiquent d'elles-mêmes.

Ainsi jusqu'à la Révolution les efforts dans chacune des trois branches de l'assainissement sont rares, confus. Au commencement du siècle, la création du canal de l'Ourcq et la distribution de ses eaux amènent un remaniement complet et des vues d'ensemble dont l'exécution va jusqu'en 1850.

Sous le second Empire, les chemins de fer apparaissent avec toutes leurs exigences de grande circulation. Le plan de Paris est refait, et la ville souterraine naît et répète la ville extérieure.

A la guerre de 1870, il semble que tout va périr, mais, aussitôt l'ordre rétabli et la République organisée, on reprend avec ardeur la marche en avant. L'exposition de 1878 montre encore Paris à son rang. Les solutions sont préparées, discutées, vérifiées ; on approche de l'ensemble que veut réaliser notre époque.

L'histoire de l'assainissement se divise donc d'elle-même en

périodes simples, marquées par les services des eaux et des égouts, avec leur cortège obligé des vidanges et des voiries. Mais les besoins de Paris ne peuvent être compris qu'à l'aide des données de la statistique.

Plan et enceintes. — Paris n'est pas comme Londres une juxtaposition de paroisses qui ont fini par se toucher et par se fondre les unes dans les autres. Londres d'ailleurs, depuis plusieurs siècles, n'a plus besoin de fortifications. Le fossé profond du détroit protège suffisamment l'Angleterre contre les invasions du dehors. La métropole a pu grandir librement, enrichie par sa prospérité commerciale, et en laissant toute satisfaction au sentiment naturel qui réclame une maison par famille; elle a débordé sur une surface de 33000 hectares avec un flot de 5 millions d'habitants.

Paris, au contraire, a toujours été une place forte qui s'est agrandie en renversant des murailles anciennes, mais en reportant ses remparts sur un périmètre enveloppant les faubourgs.

De là vint la nécessité de construire en hauteur, puisque la surface du plan était restreinte, et de placer cinq étages de logement les uns au-dessus des autres.

L'étendue actuelle est de 7800 hectares, le quart environ de la métropole anglaise; mais de ces exigences presque militaires sont sortis d'excellents tracés pour les voies de communication. La croisée de Paris existe dès Philippe Auguste, la rue de Rivoli et le boulevard de Sébastopol n'ont fait que la rajeunir; les quais et les boulevards, c'est-à-dire les diamètres et les circonférences, sont de toutes les époques; les rayons, les voies allant aux gares actuelles, simplifient encore le réseau. Paris est une ville géométrique que l'étranger connaît en vingt-quatre heures.

Contenu dans l'île de la Cité au temps de Jules César, Paris s'est développé par zones concentriques. Sous Philippe Auguste (1225), c'est déjà une capitale qui a pour centre la basilique de

Notre-Dame, avec une enceinte encore marquée par le tracé de la tour du Louvre. Sous Charles V (1380), seconde enceinte remaniée aux époques de Henri IV et de Louis XIII; c'est la ligne des boulevards intérieurs, si animée, si originale, bien plus par la variété attrayante des habitations que par les monuments. Les remparts tombaient en ruine sous Louis XIV, et Vauban, inquiet d'une invasion possible, proposait au roi de les reconstruire, en ajoutant une seconde enceinte qu'on reporterait à 1200 toises sur les hauteurs, ce qui mettrait la ville à l'abri d'un bombardement. On se contenta de faire, sous Louis XV, le mur d'octroi que nous avons vu démolir et qui répond à l'enveloppe des boulevards extérieurs. Quand, à la chute du premier Empire, les craintes de Vauban se furent réalisées deux fois, on songea à fortifier Paris, et le gouvernement de Juillet fit en 1840 ce cercle de fortifications de 30 kilomètres de tour, devenu, depuis l'annexion de 1860, l'enceinte légale de Paris; or, entre la cité de Philippe Auguste et la ville moderne, il y a l'écart de 250 à 7800 hectares.

Population. — La population a suivi même progression. Elle était déjà de 400 000 âmes au moyen âge. Sous Louis XIV, Vauban, discutant les conditions d'un siège, supposait 600 000 habitants et 200 000 réfugiés. Il voulait des vivres pour 800 000 âmes pendant un an. En 1851, le recensement indiquait 1 050 000 habitants. En 1867, au moment de l'Exposition, le chiffre de 2 millions est atteint. En 1870, pendant le siège des Allemands, les calculs de rationnement s'établissent sur 2 millions et demi d'habitants, dont 500 000 réfugiés de la banlieue; on est au triple des chiffres prévus par Vauban.

Aujourd'hui le chiffre officiel résultant du recensement de 1881 est de 2 270 000 habitants.

Cette immense population occupe 80 000 maisons qu'elle se partage par étages et par appartements, plusieurs familles demeurant souvent sur le même palier. D'ailleurs, comme le

climat est tempéré et le ciel souvent clair, on vit beaucoup au dehors, on exige beaucoup des voies publiques et des façades qui les bordent. L'appartement a plus de goût, mais moins de confortable et moins de salubrité que la maison anglaise, et nous verrons que le progrès à conquérir est là.

I. LES EAUX ANCIENNES

« Les anciennes eaux de Paris, dit Belgrand, ne comptent pour ainsi dire plus dans la distribution actuelle.

« L'aqueduc Saint-Gervais est envahi par les exploitations plâtrières et à demi ruiné.

« L'aqueduc de Belleville, construit autrefois en pleine campagne, est recouvert aujourd'hui par la populeuse cité qui s'est étendue du sommet sablonneux où elle a pris naissance jusqu'aux anciens boulevards extérieurs. La source de Savie, qui allait au Temple, se perd à quelques centaines de mètres du regard où les moines de Saint-Martin des Champs ont laissé une si pompeuse inscription. Les cloches de la Samaritaine ont cessé de faire entendre leur carillon, et la forêt de pieux du pont Notre-Dame n'encombre plus le lit de la rivière. Les deux pompes à feu de Chaillot ont cédé la place à des machines plus puissantes, et les pompes du Gros-Caillou ne refoulent plus dans Paris l'eau la plus immonde de la Seine. »

Et pourtant il est bon de savoir quels essais et quels tâtonnements ont préparé notre époque; là est souvent le germe des améliorations de l'avenir.

LES PUITS

Dans l'origine, l'eau nécessaire aux usages domestiques provenait de la Seine et surtout des puits que l'on ouvrait facilement dans les graviers qui tapissent le fond du lit de la vallée.

Leur faible profondeur de 4 à 10 mètres sur la rive droite

fut pour beaucoup dans les accroissements des quartiers du Nord, et la ville d'affaires atteignit rapidement la ceinture actuelle des grands boulevards.

Sur la rive gauche, la profondeur pénétrait à 30 mètres dès qu'on montait la pente des quartiers de l'Université. Aussi, sous le règne de Louis XIII, la ville n'avait pas dépassé de ce côté l'enceinte de Philippe Auguste.

L'eau de ces puits était détestable, lourde et dure, parce que, chargée du sulfate de chaux que fournit la masse plâtrière, elle titrait à l'hydrotimètre souvent 200°, quand l'eau de Seine marque 18 à 22°. Elle était en outre corrompue par les matières organiques qui filtraient hors des fosses à vidanges, ou qui provenaient des boues des rues, de ce que l'on appelait franchement jadis « la crotte ». Comme cette eau était d'ailleurs limpide et fraîche et qu'on la trouvait auprès de soi, les puits vécurent longtemps. Lors du siège de 1870, on en recensa 30 000 dans les vieux quartiers. Ils ont à peu près disparu aujourd'hui, par suite du développement de la distribution à domicile.

AQUEDUCS ROMAINS

Deux aqueducs furent construits à l'époque romaine, un sur chaque rive.

Aqueduc de Chaillot. — On mit à jour, en 1754, les ruines d'une conduite en poterie de $0^m,15$ de diamètre, noyée dans un massif de béton de $0^m,50$, et qui, partant des sources d'Auteuil dans l'argile plastique, arrivait à deux bassins situés vers l'extrémité actuelle du jardin du Palais-Royal, à l'entrée de la rue Vivienne. La conduite, avec sa pente de 5 mètres, sur une longueur de 5500 mètres, pouvait apporter 550 mètres cubes par vingt-quatre heures, et servir à l'alimentation d'une cité de 5 à 6000 âmes : ce qui montre que la rive droite, en dehors de l'île, avait dès lors de nombreux habitants.

L'aqueduc, qui alimentait probablement des bains publics, disparut aux invasions des Normands.

Aqueduc des Thermes. — Sur la rive gauche, Constance Chlore avait élevé dans les premières années du quatrième siècle le palais des Thermes. Ses successeurs l'adoptèrent. Julien y fut proclamé empereur par ses soldats en 361 et y prit l'amour de sa chère Lutèce. C'est pour le service du palais que furent réunies les sources de Rungis et du plateau de Chilly, sources issues des marnes vertes, comme toutes les eaux qui arrosent les coteaux de la banlieue et qui expliquent d'ailleurs l'horizon des cultures maraîchères, des arbres fruitiers, des villages et des maisons de campagne qu'on rencontre partout.

Le groupe des sources amenées par des pierrées de 0m,25 en béton était rassemblé dans un regard établi pour remplir une rigole rectangulaire de 0m,30 sur 0m,60, également en épais muretins de béton. Le tracé suivait à l'air libre le flanc droit du vallon de la Bièvre. A Arcueil, point qui probablement doit son nom aux arcades romaines, un pont-aqueduc, le seul ouvrage de la ligne, franchissait la petite rivière, et l'emplacement était si bien choisi qu'il a été gardé par les ingénieurs de Marie de Médicis lors de la restauration des eaux d'Arcueil, et par Belgrand lui-même pour la traversée de la Vanne. La rigole, portée sur la gauche du vallon, poursuivait sa route jusqu'au cloître Saint-Benoît près la Sorbonne, et devenait souterraine sous les murs du palais pour y alimenter les bains impériaux, les Thermes, dont nous gardons d'importants vestiges.

Les Thermes sont un modèle de la construction gallo-romaine. Les murs, évidés en arcades, ont l'appareil des assises de moellons carrés alternant avec des lits de briques plates. Les voûtes en berceau couvrent hardiment toutes les largeurs. La salle de 21m,25 sur 22m,65 avec 14m,50 de hauteur, était le *frigidarium*, le bain froid. L'eau y pénétrait par trois tuyaux qu'on reconnaît encore dans les niches accouplées, et

elle pouvait s'élever à $1^m,20$. La même pièce comprend une annexe de $9^m,80$ sur $4^m,90$ avec radier enfoncé de $0^m,80$: c'était la piscine de natation, et l'eau y prenait 2 mètres de profondeur. — Le bain chaud, le *tepidarium,* se trouvait plus loin dans une chambre en partie détruite, mais où l'on voit encore la place des baignoires et les traces du feu du foyer, de l'*hypocaustum*. Enfin des ouvertures livraient passage vers un égout qui tombait en Seine. L'empereur pouvait prendre à volonté un bain chaud, un bain froid ou même un bain de vapeur.

La rigole avait une pente de $6^m,50$ distribuée irrégulièrement sur sa longueur de 16 kilomètres; d'après les dépôts d'incrustation, elle était mouillée par un ruisseau de $0^m,28$ pouvant amener 2000 mètres cubes par jour, et elle avait à desservir dans les Thermes la domesticité impériale, et au dehors le camp des soldats placé tout près, dans l'abbaye de Saint-Victor. Les arènes découvertes rue Monge, un peu plus haut, montrent qu'il y avait là encore une population et des fontaines.

Les rois mérovingiens habitèrent aussi le palais des Thermes; mais, n'ayant plus les besoins raffinés de la vie romaine, insensibles aux délices du bain, ils laissèrent sans entretien la rigole, qui s'obstrua peu à peu par les éboulis des glaises du coteau. Les eaux d'Arcueil disparurent jusqu'au jour où, sous Henri IV, leur souvenir revint à l'occasion du nouveau palais qui se construisait au Luxembourg pour Marie de Médicis.

LES SOURCES DU NORD

Pendant le moyen âge, les sources du nord, les eaux de Saint-Gervais et de Belleville furent l'appui de la distribution aux fontaines publiques et aux hôtels royaux, pour les quartiers de rive droite qu'on appelait « la Ville », par rapport à la « Cité » enfermée dans l'île, et à « l'Université » qui s'étendait sur la montagne Sainte-Geneviève. On ne s'explique pas trop la faveur dont jouissaient ces sources, les soins administratifs dont les

entouraient le prévôt et les échevins, car elles n'avaient qu'un faible débit de 300 mètres cubes en moyenne, 200 pour les Prés-Saint-Gervais, 100 pour Belleville, et elles étaient, la première d'une qualité médiocre, puisqu'elle marquait 120° à l'hydrotimètre, la seconde tout à fait détestable, puisqu'elle marquait 250°: c'étaient des eaux de puits très dures, mais sans matières organiques, fraîches et limpides.

Les sources du nord naissaient à l'affleurement des marnes vertes, sur le plateau de Romainville. Elles ne représentaient que la partie la plus apparente des filets nombreux qui suintaient de la nappe.

C'est le prieuré de Saint-Lazare qui, placé en haut du faubourg Saint-Denis, fit capter les sources et les rassembla par des pierrées au regard des Prés-Saint-Gervais. Quand Philippe Auguste acheta au prieuré la foire Saint-Laurent et la transporta aux Halles qu'il établissait à la croisée de Paris, au carrefour des rues Saint-Denis et Saint-Honoré, il fit une dérivation pour alimenter la fontaine des Halles, devenue plus tard la fontaine des Innocents. Une autre source assez importante, celle de Savie, naissait dans le voisinage; elle fut prise par les moines de Saint-Martin des Champs, qui se la partageaient avec les Templiers, et l'on eut les fontaines de la rue Saint-Martin et du Temple. L'entretien se faisait à frais communs, et une inscription pompeuse signalait les restaurations entreprises jusqu'en 1722 par la riche abbaye devenue le Conservatoire des Arts et Métiers et par les successeurs des Templiers, les chevaliers de Saint-Jean et même l'ordre de Malte.

Eaux de Saint-Gervais. — Les eaux de Saint-Gervais étaient drainées par des rigoles de 0m,25 de largeur en gros blocs à joints ouverts, système que nos drains modernes ont remplacé. Elles aboutissaient au bassin du regard des Moussins, édicule de 4 mètres carrés couvert par un dôme quadrangulaire; là elles entraient dans une conduite en poterie, à laquelle on substitua

plus tard un tuyau de plomb de $0^{m},35$. Après un parcours en pleine campagne, elles arrivaient au carrefour de la barrière de Pantin, d'où partait leur distribution aux fontaines et aux concessions. Les travaux de Saint-Gervais avaient été sagement combinés et mis en rapport avec la quantité d'eau rassemblée qui descendait en ville; mais à Belleville il en était autrement.

Eaux de Belleville. — On ne sait à qui attribuer la construction d'un véritable aqueduc, de section rectangulaire, ayant $1^{m},30$ de hauteur, de façon qu'on y peut circuler en se courbant. L'eau de la nappe coulait dans une entaille de la dalle du radier; une dalle remplaçait aussi la voûte. La jonction des galeries se faisait au regard monumental de la Lanterne. Là était le rendez-vous des membres du bureau de la Ville, lors de la visite annuelle des eaux; la Ville faisant l'entretien était devenue propriétaire des sources, mais sous le pouvoir éminent des rois de France. Aussi, après des années pluvieuses, quand les sources donnaient avec abondance, les rois accordaient des concessions, qu'ils annulaient ensuite brusquement dans les temps de disette sur les réclamations du public privé d'eau aux onze fontaines de la ville. Du regard de la Lanterne partait une conduite en grès qui allait à la barrière de Ménilmontant, et se ramifiait dans l'intérieur par des tuyaux de plomb. La fontaine Maubuée, de la rue Saint-Martin, venait de là, et son nom de « mauvaise lessive » marquait la détestable qualité des eaux. C'était si bien reconnu que, en 1734, Turgot, prévôt des marchands, prit les sources entières de Belleville pour les appliquer au lavage du grand égout, et fut universellement approuvé. Les sources de Saint-Gervais, plus abondantes et moins dures, furent gardées dans la distribution jusqu'en 1860.

LES EAUX D'ARCUEIL

Pendant les rares intervalles de repos de la guerre de Cent Ans, des guerres d'Italie et des guerres de religion, Paris n'eut point de nouvelles eaux ; on se borna à quelques constructions de fontaines branchées sur les conduites des sources du nord.

Mais quand Henri IV eut reconquis son royaume, portant son activité vers les travaux, il fit le pont Neuf et la place Dauphine, puis voulut donner des eaux à la rive gauche où les puits étaient à 30 mètres de profondeur. Sully, « ce grand ministre dont toutes les vues tendaient au bien public et à la grandeur véritable de son maître », songea au rétablissement d'un aqueduc abandonné depuis huit cents ans : il fit entreprendre des fouilles dans la plaine de Long-Boyau pour retrouver les eaux que les Romains avaient conduites au Palais des Thermes. La mort du roi arrêta l'exécution du projet : l'intérêt de la reine le fit reprendre. Lorsque l'architecte de Marie de Médicis, Jacques de Brosses, jeta les fondements du Luxembourg, il reconnut que le nouveau palais, éloigné de la rivière, manquerait d'eau : on recommença les fouilles entreprises par Sully, et l'on décida la construction de l'aqueduc d'Arcueil, considéré par les contemporains comme l'un des plus beaux monuments du règne de Louis XIII.

Les projets. — Parmi des propositions diverses, c'est celle d'un bourgeois de Paris, Aubry, qui obtint la préférence. Moyennant la cession de la ferme des vins pendant dix-neuf ans, il s'engageait à amener en quatre ans les sources de Rungis à un réservoir placé entre les portes Saint-Jacques et Saint-Michel, et à les répartir ainsi à l'arrivée : un tiers au roi et à la reine pour la commodité de leur palais, un tiers au prévôt des marchands pour l'utilité publique, un dernier tiers à lui-même, Aubry, et à ses associés, pour en tirer profit.

On dressa des devis généraux qui furent soumis à une commission dont faisaient partie Pierre Guillain, maître des œuvres de la ville, et Thomas Francini, conducteur des fontaines et grottes du roi. Ces devis furent arrêtés en conseil devant le prévôt des marchands, le surintendant des bâtiments et les trésoriers de France (1612).

L'adjudication eut lieu la même année, au profit de Jehan Cousin, qui mourut dans le cours de l'exécution et auquel fut subrogé l'un des frères Gobelins, devenus célèbres par le grand atelier de teinture qu'ils établirent sur les bords de la Bièvre. La dépense se faisait au compte du roi, sous la direction des trésoriers de France; mais le prévôt des marchands et les échevins gardaient le droit de haute surveillance.

En 1613, le roi visitait les travaux et posait la première pierre au grand regard de Rungis. Les événements politiques venant à la traverse, les travaux se ralentirent et ne s'achevèrent qu'en 1623, date à laquelle les eaux furent mises dans les tuyaux de distribution, en présence du prévôt et des échevins. Elles furent successivement répandues dans les fontaines publiques, et arrivèrent à la place de Grève en 1624.

La construction. — Le groupe des sources de Rungis sort d'un quadrilatère de galeries qu'on nomme le Grand-Carré.

Des recherches nouvelles faites vers 1670 ont grossi le débit par des pierrées ou des rigoles venant de Chilly et mises à jour au temps du marquis d'Effiat, Cinq-Mars, alors propriétaire de Chilly. Toutes les eaux captées se rassemblent au bassin d'un regard monumental, et présentant un carré de 5 mètres que couvre un dôme quadrangulaire surmonté d'une lanterne à jour, comme aux grands regards des sources du nord pris pour modèles. Alors commence une galerie de 13 kilomètres de longueur, offrant un vide rectangulaire de 1 mètre de largeur sur 2 mètres de hauteur voûté en plein cintre, et dont la largeur contient une cuvette de $0^{m},40$ enfermée entre deux banquettes

sur lesquelles on circule à l'aise. Des regards nombreux sont ménagés sur le parcours, coupant irrégulièrement une différence de niveau de 16 mètres comprise entre le départ à la cote 75 et l'arrivée à la cote 59. L'aqueduc suit d'abord le coteau de rive droite de la Bièvre, puis, au bout de 10 kilomètres, traverse la vallée au même point que l'aqueduc romain des Thermes et au-dessus de lui; il aboutit par le coteau de rive gauche au château d'eau de l'Observatoire. Là, l'eau de la cuvette se déverse dans trois bassins communicants, et les apports sont livrés à trois conduites en plomb de $0^{m},25$ représentant les trois intéressés, le roi, la ville et les concessionnaires. Pour la première fois, les conduites maîtresses chargées de la distribution en ville furent mises sous galerie au lieu d'être posées en déblai, et la disposition est si favorable qu'elle a été généralisée depuis et est devenue la règle.

Le pont-aqueduc d'Arcueil, fort admiré autrefois, est un viaduc de 9 arches, toutes inégales, de 7 à 9 mètres d'ouverture. Les saillies des piles diffèrent toutes; l'aqueduc lui-même n'est pas en ligne droite, tant la régularité tenait peu de place dans les habitudes de la construction. L'ouvrage a $18^{m},80$ de hauteur au-dessus du fond de la vallée.

Débit et quantité des eaux. — Mais de quelle quantité d'eau s'agit-il? Elle dépend naturellement des saisons humides ou sèches. Dans les années pluvieuses répondant aux crues de la Seine, le débit monte à 1200 mètres cubes par vingt-quatre heures, quantité qui serait insignifiante pour la distribution du Paris d'aujourd'hui. Dans les périodes de sécheresse, le débit est tombé à 400 mètres cubes et même à 250.

L'eau d'Arcueil a des qualités : très agréable au goût à cause de sa richesse en acide carbonique, elle titre de 32 à 40 degrés à l'hydrotimètre. Mais, précisément à cause des bicarbonates calcaires qu'elle contient, elle est incrustante. Lorsqu'on a remplacé par la fonte les tuyaux en plomb

qui dataient de Louis XIII, on a trouvé les conduites obstruées de dépôts.

Résumé. — « Cette somptueuse galerie, de 1 mètre de largeur sur 2 de hauteur, pourrait, dit Belgrand, conduire les 40 000 mètres cubes de la Vanne au lieu des 1000 à 1200 mètres cubes des sources de Rungis. L'admiration pour les traditions romaines commandait les formes, et l'on oubliait que les robustes arcades de l'Agro Romano portaient des rivières. » La même tradition s'observa au Château-d'Eau établi d'après les principes de Vitruve. La répartitiou se faisait par des tuyaux qui coulaient à jet continu, sans observer que lorsqu'on a peu d'eau, au lieu de la gaspiller inutilement la nuit, il la faut emmagasiner dans des réservoirs qui doubleront les ressources du service utile pendant le jour. Ce sera le changement introduit plus tard avec les machines à feu de Chaillot par les frères Périer.

Aujourd'hui les eaux d'Arcueil sont rendues à leur destination première. Elles appartiennent au palais favori de Marie de Médicis, au Luxembourg. Elles alimentent la grande fontaine des Cinq-Parties-du-Monde dans l'avenue de l'Observatoire, et le miroir tremblant et limpide de la fontaine Médicis sous les ombrages d'en bas du jardin.

LES POMPES HYDRAULIQUES

LA SAMARITAINE

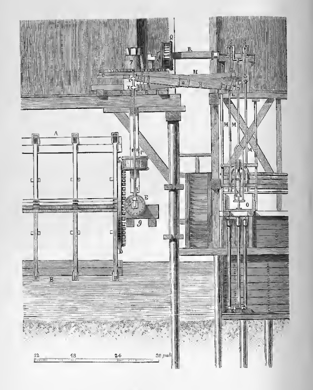
Historique. — Le pont Neuf, qui date de Henri IV (1609) et qui reste l'un des beaux ponts de Paris, fut l'occasion d'un progrès dans les ressources de la distribution. Le roi y fit poser

par l'ingénieur flamand Lindaert des pompes élevant l'eau de la Seine pour le service du Louvre et du jardin des Tuileries. La ville y gagnait le plein des sources du nord, grevées jusque-là de l'alimentation des palais, ce qui emportait le tiers du volume total. Le prévôt et les échevins réclamèrent pourtant contre des installations qui allaient gêner la navigation. Henri IV prescrivit à Sully de passer outre; les pompes furent exécutées et bientôt appréciées dans leur utilité. Un siècle après, assez mal entretenues, elles eurent des avaries si graves dans leurs pilotis de fondation et dans leur mécanisme qu'il fallut tout refaire (1715). On en profita pour donner une décoration au pavillon servant de château d'eau sur le pont. La coupe où se déversaient les eaux avant de se rendre au Louvre et aux Tuileries fut ornée d'un groupe en bronze représentant le Christ et la Samaritaine à la fontaine. De plus, un campanile couronnant l'édifice reçut une horloge à carillon. De là, la célébrité de la Samaritaine pour les nombreux passants du Pont-Neuf.

A la Révolution, les sections s'emparèrent de l'édifice et y mirent leurs bureaux et leur état-major. Les pompes négligées ne comptèrent plus, et sous l'Empire, en 1813, on démolit un ensemble qui n'était plus qu'un amas de ruines, gênant le mouvement de la navigation et détruisant la perspective des quais.

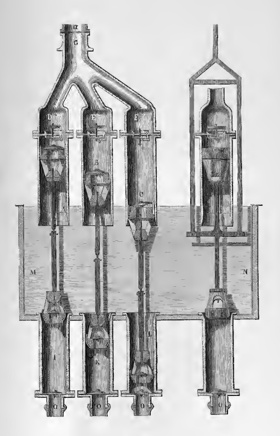
La Samaritaine disparut dans l'indifférence générale, et pourtant elle méritait un souvenir de reconnaissance, car elle fut le premier modèle d'un service fait avec les eaux de la Seine, et ses dispositions furent longtemps copiées. Les voici :

Description des pompes. — Une double estacade en pilotis avec coffrages en bois et pierre amenait le courant qui passe sous la deuxième arche de rive droite, jusqu'à une roue pendante au fil de l'eau et qui avait $2^m,60$ de diamètre. L'arbre de la roue était sur des tourillons fixés aux estacades; il avait



COUPE PERPENDICULAIRE AU COURANT DE LA RIVIÈRE.

La roue pendante actionne le balancier au moyen d'un double engrenage à rouet.



COUPE DU DOUBLE ÉQUIPAGE DES POMPES.

Les pompes, tiercées par le mécanisme des rouets, sont encore modérées dans leur écoulement au moyen de la bâche qui sépare l'aspiration et le refoulement.

à ses extrémités deux manivelles, auxquelles s'attachaient par des tringles ou des fourches les bielles agissant sur les balanciers ou bascules des pompes. Qu'on se figure une machine à vapeur moderne, verticale et à volant, et on aura l'image de la machine hydraulique du pont Neuf. Seulement le mouvement était inverse, puisque c'était la roue qui menait le balancier. Quatre pompes aspirantes et foulantes travaillaient à près de trois coups par minute avec des pistons de $0^m,24$ de diamètre et de 1 mètre de course; elles montaient à une hauteur de $25^m,40$ un volume d'eau qui, en bonne saison et en bon état d'entretien, allait à 700 mètres cubes par 24 heures, chiffre faible qui dépassait pourtant la moitié du rendement de l'aqueduc d'Arcueil.

LES POMPES DU PONT NOTRE-DAME

Historique. — Les années de 1667 à 1669 amenèrent une sécheresse persistante. Les sources tombèrent au plus bas: les Prés-Saint-Gervais donnaient 180 mètres cubes, Belleville presque rien, et Arcueil était extrêment réduit. A la suite d'une visite officielle aux sources du nord, dirigée par le prévôt des marchands lui-même, en septembre 1669, on se résolut à discuter les projets du sieur Jolly, ingénieur du roi pour les pompes du pont Neuf. Jolly proposait de placer sous la deuxième arche du pont Notre-Dame une roue pendante et un système mécanique capable de fournir de 700 à 800 mètres cubes par 24 heures. Peu de temps après, M. de Marnes, gendre de Riquet, demanda à établir une autre roue sous la troisième arche, où la vitesse du courant était plus grande et où l'on pouvait espérer un rendement de 1000 mètres cubes chaque jour. Les autorisations furent données pour les deux installations, qu'on désigna sous les noms du Petit et du Grand-Moulin.

Le service commença en 1672. Il y eut des mécomptes qui allèrent toujours en augmentant. En septembre 1690, le Grand-

Moulin rendait 700 mètres cubes et le Petit 300. En 1699, toujours à l'époque d'étiage du fleuve, le Grand-Moulin ne comptait plus et le Petit ne livrait que 200 mètres cubes. On appela Rennequin, le charpentier liégeois qui venait en 1680 de créer la machine de Marly, le système des 200 pompes, qui, réparties sur quatre étages, portaient l'eau de Seine à 150 mètres cubes de hauteur dans l'aqueduc de Marly.

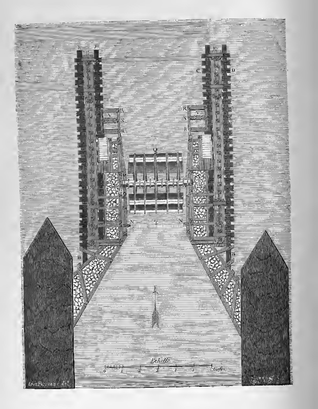
Rennequin jugea que tout était à refaire, et il rétablit sur un même modèle les deux usines d'élévation d'eau du pont Notre-Dame. Le résultat parut si satisfaisant que le prévôt et les échevins décidèrent qu'une inscription gravée sur une plaque de marbre garderait le souvenir de la restauration. Pourtant, en 1734, Turgot, prévôt des marchands, était obligé d'appeler Bélidor et lui confiait la mission de revoir les machines et de prescrire de nouvelles réparations. Bélidor indiqua quelques travaux de reprise, mais ne toucha en rien au système de Rennequin, qu'il a décrit dans son *Architecture hydraulique*.

Vers 1760, après une sécheresse accompagnée d'une nouvelle disette d'eau de Seine, une commission de l'Académie des sciences fut appelée à revoir encore une fois la question; c'est alors que Deparcieux, l'un des trois membres de la commission, frappé de la détérioration rapide des machines, en vint à l'idée de la dérivation de l'Yvette. Il s'agissait de prendre l'Yvette à Saint-Remy, dans la vallée de Chevreuse, pour amener à Paris, à l'emplacement actuel de la gare de Sceaux, un cube de 10000 mètres par jour; nous verrons plus tard ce que devint ce projet.

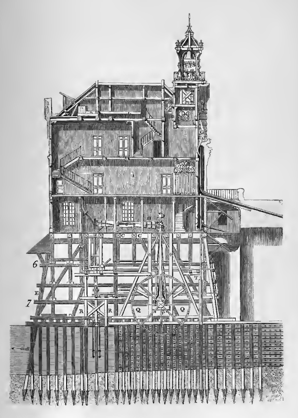
Les machines du pont Notre-Dame traversèrent la Révolution, mais réduites à une seule. Le Petit-Moulin disparut, le Grand Moulin survécut jusqu'en 1858. Les mécanismes de Rennequin, confiés à cette époque à un personnel soigneux, rendaient encore de 1000 à 1200 mètres cubes dans les neuf mois des eaux moyennes. Lorsqu'on reconstruisit le pont Notre-Dame et qu'on voulut assurer à la circulation une voie plus large, on



POMPE HYDRAULIQUE DU PONT-NEUF



Plan des estacades et de la roue motrice, pendante au fil de l'eau.



COUPE DANS L'AXE DE LA RIVIÈRE.

La roue motrice agit sur les balanciers par une manivelle et une tringle à fourche formant bielle.

Les pompes, aspirantes et foulantes, sont menées directement par les balanciers, et refoulent à la cuve du château d'eau de la Samaritaine.

supprima les forêts de pieux et les estacades qui n'étaient plus guère qu'un obstacle au libre cours du fleuve et à la navigation.

La pompe Notre-Dame laissait encore moins de souvenirs que la Samaritaine.

Description des pompes. — Les machines de Rennequin méritent attention parce qu'elles constatent le progrès qui s'est fait dans la mécanique entre le commencement et la fin du dix-septième siècle.

On se rappelle qu'à la Samaritaine la roue motrice menait directement les pompes au moyen d'une manivelle, d'une bielle et d'un lourd balancier. Les pistons ne battaient qu'un nombre de coups égal au nombre de tours de la roue pendante. La rapidité manquait, et chaque fois que la vitesse ascensionnelle s'arrêtait dans la pompe, la colonne liquide de refoulement retombait lourdement sur le clapet. Un faible rendement et des avaries fréquentes venaient à la suite. Dans les appareils de Rennequin il y a plus de science. La roue motrice est armée d'un rouet qui engrène avec deux lanternes pour faire marcher les bascules des équipages de pompes, c'est-à-dire qu'il y a déjà le pignon et les roues d'angle de nos transmissions modernes; bien plus, on y trouve l'essieu coudé en tiers point pour conduire les pompes dans un va-et-vient successif. Les équipages de pompes, très remarquables, se composent de corps doubles menés par la même tige de piston. Le corps du bas aspire et remplit la bâche dans laquelle puise le corps du haut chargé du refoulement. La bâche forme manomètre libre et amortit les coups de bélier. De plus, les trois pompes du même équipage se trouvant tiercées, la colonne ascensionnelle monte d'un mouvement presque continu et sans à-coups. De là la durée des mécanismes.

L'organe vicieux ici, c'était la roue pendante, soumise tantôt à la vitesse torrentielle des grandes eaux, tantôt à la vitesse presque nulle des courants d'étiage. Il eût fallu le barrage à

niveau constant, ce qui n'était possible que dans le bief de Marly, où l'on est revenu après deux cents ans aux roues hydrauliques, en corrigeant les dispositions de Rennequin.

DÉRIVATION DE L'YVETTE

Au dix-huitième siècle, le développement de Paris dans les nouveaux faubourgs Saint-Antoine, Saint-Germain, Saint-Honoré, augmentait les besoins de la distribution, et pourtant les ressources diminuaient par les avaries des pompes en rivière. Les projets se multipliaient. On proposa de placer des machines dans une coupure faite à la hauteur de la Bastille. On eut même l'idée de remonter les prises jusqu'au Port-à-l'Anglais, au lieu où sont établies aujourd'hui les nouvelles pompes de la ville de Paris. On aurait installé des bateaux filtrants, et l'eau épurée par le passage à travers le sable eût été mise en jarres cachetées, qu'on eût portées à domicile, comme on l'a fait depuis pour le lait.

Enfin un autre projet fut longtemps cher aux Parisiens, c'est celui de la dérivation de l'Yvette. A la suite de la visite qu'il fit en 1760 aux pompes Notre-Dame, Deparcieux, membre de l'Académie des sciences, fut frappé de l'état précaire du service et chercha avec persévérance et talent une solution procurant la sécurité. De 1762 à 1767, il lut à l'Académie des sciences, trois mémoires qui définissaient dans ses détails le tracé d'un canal maçonné pouvant porter au quartier de l'Observatoire les eaux de l'Yvette prises à Saint-Remy lez Chevreuse. A la mort de Deparcieux, MM. de Prony et Chézy furent appelés à continuer son œuvre. Les deux illustres ingénieurs, acceptant toutes les idées de leur prédécesseur, se bornèrent à ajouter au tribut de l'Yvette le débit de la Bièvre qu'on rencontrait à la hauteur de

Palaiseau. L'Yvette, avec un canal de 34 kilomètres, devait procurer 20 000 mètres cubes; la Bièvre, avec une rigole de 5 kilomètres, ajoutait 8000 mètres cubes : c'était chaque jour 28 000 mètres cubes, et la dépense ne devait être que de 8 millions.

Le bureau de la Ville gardait toute sa sympathie à la dérivation de l'Yvette, et attendait pour l'exécution qu'il fût sorti de ses embarras financiers; il n'admettait pas de projets contraires.

Vers 1784, M. de Fer, officier d'artillerie, prétendit corriger les dispositions en substituant au chenal maçonné un simple fossé en déblai; il offrit de prendre l'affaire à ses risques et périls, pourvu qu'on lui accordât la concession de la vente des eaux. Pressé par le ministre, le bureau de la Ville, à contre-cœur, laissa faire, et les travaux commencèrent. Mais bientôt les réclamations s'élevèrent de la part des teinturiers, usagers de la Bièvre dans Paris. On plaida, la Révolution survint, les préoccupations politiques dominèrent toutes les autres, et le projet fut abandonné.

La dérivation de l'Yvette, malgré la faveur dont elle jouit dans l'opinion, disparut du programme des améliorations, et l'on ne peut le regretter : réalisée, elle eût empêché la dérivation de la rivière d'Ourcq, la grande œuvre du siècle suivant. Des mécomptes seraient d'ailleurs survenus. Ces eaux, qui sortent pures des sables de Fontainebleau, se gâtent au passage des fermes, des usines, des lavoirs de la vallée. Au prix de grosses difficultés judiciaires, on aurait eu non des eaux de choix, pures, limpides, fraîches, mais des eaux douteuses, bonnes seulement pour les arrosages publics.

C'est à la faveur des discussions sur les eaux que vint se placer comme moyen provisoire l'établissement des machines à vapeur de Chaillot : c'était la naissance du service moderne.

LES MACHINES DE CHAILLOT

LA MACHINE A VAPEUR

La machine à vapeur est née de l'expérience de Denis Papin qui, vers 1690, construisit un modèle composé d'un cylindre et d'un piston placés au-dessus d'une chaudière d'eau bouillante. Quand on introduisait la vapeur, le piston était soulevé; quand on la faisait échapper, le piston retombait par l'effet de la pression atmosphérique. Denis Papin proposait déjà de faire mouvoir par ce principe les pompes d'alimentation de Paris, et même des roues à aubes pour les vaisseaux.

Newcommen, au siècle suivant, tira parti de l'idée de Papin, et employa le piston à vapeur au travail d'épuisement des mines de Cornouailles. La transmission aux pompes s'opérait par un balancier, et l'on n'avait encore que le simple effet. Watt, ouvrier horloger chargé de réparer pour l'Université de Glasgow le modèle d'une machine de Newcommen, en refondit complètement le système. Il sépara la chaudière d'avec le cylindre, songea à introduire la vapeur au-dessus comme au-dessous du piston, ouvrit pour la condensation une chambre d'eau froide à la vapeur expulsée, et se débarrassa des eaux tièdes et épuisées par la pompe à air : il créait la machine à double effet. Watt prit un brevet que le parlement d'Angleterre reconnaissant porta de suite à trente ans. Il s'associa avec Bolton, grand constructeur de Birmingham, et se mit à la fabrication d'appareils qu'il améliorait sans relâche, et qui lui valurent autant de fortune que de gloire.

Les premières machines sont de 1772. Dès 1775, on les

appliquait à l'élévation et à la distribution des eaux de Tamise dans Londres.

PROJET DES FRÈRES PÉRIER (1776)

Les frères Périer, mécaniciens capables et hardis, allèrent alors en Angleterre, étudièrent les machines, les pompes, les conduites, et, convaincus qu'il y avait là une solution que Paris accepterait, ils proposèrent, en 1776, d'élever 3000 mètres cubes d'eau de Seine, en ne demandant qu'un privilège de 15 années pour la concession de la vente des eaux. Le bureau de la Ville, voyant dans ce délai de quinze ans le temps nécessaire à la liquidation de ses embarras financiers, et la presque certitude de réaliser alors le projet cher à la population, la dérivation de l'Yvette, appuya les projets nouveaux, et en 1777, des lettres du roi Louis XVI fixèrent les conditions de la concession.

Lettres patentes de 1777. — « Messieurs Périer sont autorisés à établir à leurs frais, dans les lieux jugés convenables, des pompes et machines à feu, propres à élever l'eau de la Seine et à la conduire dans les différents quartiers de la ville et de ses faubourgs pour être distribuée aux porteurs d'eau, dans les rues et dans les maisons, au prix qui sera réglé de gré à gré. Ils construiront aussi à leurs frais des fontaines de distribution pour faciliter à des prix modiques l'approvisionnement des petits ménages et des particuliers qui ne jugeront pas à propos d'avoir des réservoirs.

« Ils pourront placer sous le pavé tous les tuyaux, regards, robinets nécessaires à l'établissement et à l'amélioration de la distribution qui leur est, pour quinze années, exclusivement réservée. »

Un immense progrès était acquis. MM. Périer, autorisés à conduire l'eau dans les maisons, allaient relier les réservoirs privés aux conduites publiques par de courts branchements. Ces bran-

chements ne partiraient donc plus d'un château d'eau, en aussi grand nombre qu'il y aurait de concessions.

Le fouillis des petits conduits qui encombraient le sous-sol des rues, et l'aliénation à perpétuité des eaux publiques, comme dans le système romain qu'on avait suivi jusque-là, allaient cesser.

Mais d'un autre côté, par égard pour les habitudes de la population, on établissait les fontaines marchandes destinées au service des petits ménages, et les fontaines marchandes ont longtemps arrêté la pénétration utile et nécessaire de l'eau à domicile.

Capital et projets des Périer. — MM. Périer, dès 1778, organisèrent une Société financière au capital de 1 440 000 livres, divisées entre 1200 actions de 1200 livres.

Ils se mirent immédiatement à l'œuvre et fondèrent l'usine de Chaillot sur l'emplacement où elle est encore. On était là à 700 mètres du coteau; on y creusait de grands réservoirs; on dominait le faubourg Saint-Honoré qu'il fallait alimenter. Enfin on était sur la route du roi, lorsqu'il venait de Versailles à Paris.

Il s'agissait de faire pour le service du faubourg Saint-Antoine une usine en amont de la Salpêtrière. Là on aurait l'eau avant qu'elle ne fût salie par les déjections de Paris, et l'on aurait trouvé à proximité pour les réservoirs le coteau d'Ivry.

Les circonstances qui entravèrent la Compagnie empêchèrent l'exécution de cette partie du programme. Mais dans l'intérêt du riche faubourg Saint-Germain qui se développait alors, on projeta l'usine du Gros-Caillou. Comme le coteau manquait, on dut élever une tour formant château d'eau. C'est au Gros-Caillou que l'eau de Seine était le plus salie; aussi l'établissement fut-il supprimé dès qu'on le put, en 1858.

Réclamations des habitants. — Quand la décision fut prise de monter deux machines à feu à Chaillot, les habitants de la

localité adressèrent au bureau de la Ville des réclamations très vives :

« La quantité prodigieuse de charbon de terre nécessaire pour alimenter continuellement les pompes occasionnera des tourbillons de fumée et de vapeurs sulfureuses, bitumineuses et vitrioliques, capables d'infecter les voisins, de gâter leurs deurées et de nuire à leur santé, ainsi qu'on l'éprouve en Angleterre. »

La réclamation, transmise à la Faculté de médecine, fut examinée par une commission spéciale qui répondit « qu'à la verrerie de Sèvres on brûlait plus de charbon de terre que n'en consommeraient les pompes à feu; qu'à Sèvres la fumée portait sur le château de Bellevue occupé par Mesdames, tantes du roi, et que pourtant les illustres princesses ne se plaignaient pas; qu'il y avait d'ailleurs l'exemple de la Flandre et du Hainaut, où l'on ne se chauffait qu'avec du charbon de terre, et où les habitants n'étaient nullement sujets à la maladie des Anglais, le « spleen ». Cet avis si sage mit fin au débat, et MM. Périer purent travailler sans opposition.

Prospectus de la Compagnie des eaux, 1781. — En 1781, les travaux étaient à peu près terminés à Chaillot et dans le faubourg Saint-Honoré. La Compagnie crut qu'il était temps de faire appel à l'opinion, et elle émit son prospectus :

« *Pour la fourniture et la distribution des eaux de Seine à Paris par les machines à feu.*

« Quelques citoyens français, ayant vu d'un œil jaloux la ville de Londres arrosée et fournie d'eau avec une profusion aussi abondante que peu coûteuse à chaque particulier, gémissaient à leur retour de trouver Paris dans une privation presque absolue de l'élément le plus nécessaire à la salubrité de l'air, à la propreté de la Ville, à la santé, au bien-être des habitants : ils ont courageusement entrepris la création d'un établissement semblable à celui des Anglais.

« Dans une ville comme Paris, le volume d'eau ne doit avoir

pour bornes que l'étendue des besoins. Les seules machines à feu pouvaient remplir un si large programme ; bien supérieures aux machines hydrauliques qu'on voyait fonctionner sous les ponts, elles ne sont jamais arrêtées par les gelées et les sécheresses ; elles valent même mieux que les aqueducs, dont le débit est variable, tandis qu'elles travaillent avec autant de force et de durée qu'on le veut.

« Les avantages de l'entreprise seront d'avoir à fort bon marché en tout temps chez soi de l'eau saine et abondante, de se procurer des bains sans embarras, d'avoir un secours toujours prêt pour arrêter un incendie naissant. Les rues pourront être arrosées pendant les sécheresses d'été; l'hiver l'eau pourra entraîner à l'égout les glaces à demi fondues, et en débarrasser les chaussées.

« Les industries diverses des teinturiers, blanchisseurs, brasseurs, boulangers, auront à peu de frais la quantité dont ils auront besoin.

« Des fontaines marchandes feront l'approvisionnement des petits ménages qui ne voudront pas s'abonner.

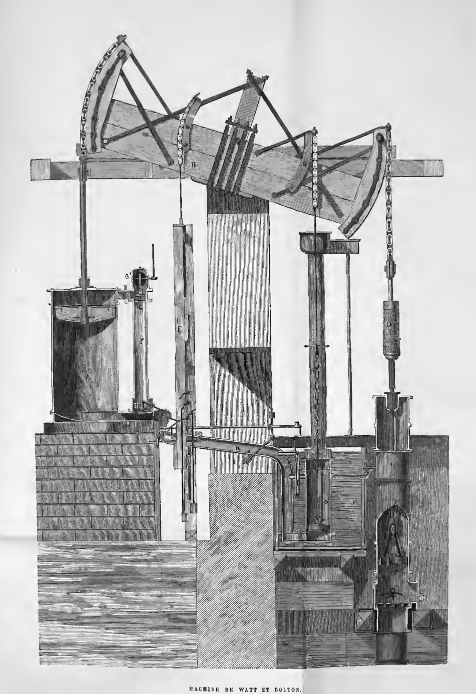
« Et la profusion d'eau employée à l'intérieur des maisons, tournant au profit de la rue, y causera le bien-être d'un air plus facile à respirer, et détruira cette horrible infection qui prend à la gorge et suffoque, à Paris, dans les quartiers où quelque égout sans eau qui le nettoie accumule et retient des débris empestés d'immondices. »

Il est difficile de mieux prévoir les bienfaits de la distribution des eaux.

Nous qui jugeons les faits cent ans après, nous pouvons dire que toutes ces promesses ont été tenues, et pourtant nullement au profit de la Compagnie et des Périer!

Machines et service. — Le prospectus exposait au public les conditions des machines d'approvisionnement et des procédés du service.

POMPE A FEU DE CHAILLOT



MACHINE DE WATT ET BOLTON.

L'eau de Seine, prise au courant en amont de l'embouchure du grand égout de Ceinture, arrivait par un aqueduc couvert dans l'usine jusqu'au puisard des pompes. Là, la force motrice était la vapeur produite à 1 atmosphère 1/2, dans une chaudière tombeau de 5 mètres de diamètre. Elle passait dans un cylindre de 2m,60 de diamètre, pénétrait au-dessus et au-dessous du piston, dont la tige était attachée à un lourd balancier en charpente. Les tiges des pompes étaient mises en train par l'autre extrémité du balancier. Il y avait déjà dans ces premiers modèles de Watt et Bolton la pompe à air et les tiroirs, mais pas encore le volant et le parallélogramme. Chaque oscillation du balancier, et il y en avait de 8 à 10 par minute, chassait sensiblement 1 mètre cube aux réservoirs du coteau, placés à 700 mètres de distance, à 35 mètres de hauteur et capables de tenir 12000 mètres cubes, c'est-à-dire le travail de chaque journée des pompes. Les conduites montantes étaient doubles, en fonte, et déjà du gros diamètre de 0m,65. La distribution descendait du réservoir de Chaillot par une conduite de 0m,325, qui plongeait jusqu'au fond du faubourg Saint-Honoré et se dédoublait en tuyaux de 0m,216 pour desservir la rue Saint-Honoré et les boulevards. En regard de chaque maison d'abonné, partait de la ligne centrale d'alimentation un branchement en plomb de 0m,027 aboutissant à un réservoir intérieur également en plomb et qui devait tenir la consommation de quarante-huit heures, car le remplissage ne se faisait que tous les deux jours. Les prix étaient de 50 livres par an pour avoir un muid de 240 litres à dépenser en vingt-quatre heures. Cela représentait 200 francs par mètre cube, prix presque double du tarif d'aujourd'hui; mais alors ce n'était que le 1/6 du prix payé au porteur d'eau pour avoir une voie d'eau de 30 litres à domicile.

La Compagnie s'exécuta à l'égard des fontaines marchandes : elle en établit à la Chaussée-d'Antin et à la porte Saint-Denis.

Le faubourg Saint-Honoré satisfait au moyen des installations de Chaillot, le faubourg Saint-Germain eut sa part au moyen des

doubles machines du Gros-Caillou et de la tour formant château d'eau.

L'agiotage. — Le premier capital de 1 440 000 livres fourni par 1200 actions de 1200 livres, avait été insuffisant. La Compagnie émit successivement de nouvelles actions jusqu'au nombre de 5100, et put encaisser 8 800 000 livres. L'affaire prospérait; les actions jouissaient de la faveur publique, montaient à la Bourse, et, poussées par la spéculation, elles atteignirent la cote de 4000 livres. Alors un banquier, qui avait vendu des actions à découvert, trouva comme appui pour attaquer la hausse le talent de Mirabeau.

En 1785, Mirabeau qui, dit Belgrand, « n'entendait pas le premier mot de la question des eaux », lança un mémoire présentant comme exagéré le cours de 4000 livres, cours qui n'aurait pas dû dépasser 3200 livres, et qui bientôt tomberait à 2400 livres. Beaumarchais, porteur d'un grand nombre d'actions, répondit pour les administrateurs. Il fit les calculs en supposant une consommation de 19 000 mètres cubes par jour pour une population de 600 000 âmes. Proportion gardée, nous en dépensons le triple et le quadruple aujourd'hui. Beaumarchais citait à l'appui de ses perspectives l'affermage du tabac, commencé avec 500 000 livres et porté déjà en 1785 à 28 millions.

« Peut-être un jour, disait Figaro à son adversaire, quelque mauvais plaisant coiffera-t-il les critiques actuelles du joli nom de *mirabelles.* »

Il y ajoutait quelques insinuations sur l'intérêt qui pouvait porter à plaider une mauvaise cause.

Mirabeau frémit à ce mot de « mirabelles », et, prenant la plume, il lançait après une âpre discussion cette conclusion foudroyante :

« Croyez-moi, Monsieur, profitez de la sévère leçon que j'ai été forcé de vous donner : ne songez désormais qu'à rester oublié. » Mirabeau frappait avec la colère d'un colosse. Pour la première fois, Beaumarchais recula et n'osa répondre.

Ruine de la Société des eaux. — L'effet de la réplique de Mirabeau sur le public fut immense. La baisse commença aussitôt et ne s'arrêta plus. « L'entreprise des eaux, écrivait tristement dans ses réclamations M. Périer en 1792, annonçait le plus heureux succès, lorsque l'agiotage s'en est emparé, et les intéressés ne songeant plus qu'aux manœuvres qui pouvaient faire monter ou baisser le prix de l'action sur la place, suivant qu'ils étaient joueurs à la hausse ou à la baisse, ont abandonné le véritable intérêt qui devrait diriger cette entreprise et ont fini par la culbuter. »

En 1788, un banquier qui avait réuni la plus forte part des titres, proposa à la ville la fusion de toutes les eaux, moyennant le rachat du privilège fait aux Périer en 1781. La combinaison fut acceptée dans l'intérêt de la viabilité bouleversée constamment par une mauvaise canalisation, et il fut établi une administration royale des eaux. Mais, chose étrange, MM. Périer avaient été mis en dehors du traité et expropriés de leur chose; ils maintinrent qu'il leur était dû 2 millions de livres. La Révolution survint, aucun des engagements ne fut respecté, et quand, sous le Directoire et le Consulat, les anciens administrateurs réclamèrent, on leur répondit par un arrêté exigeant l'apurement des comptes, et les mettant en débet de 6 millions, dont 2 400 000 francs pesaient solidairement sur les Périer. Dans l'intervalle, les machines de Chaillot et du Gros-Caillou avaient été saisies et régies comme propriétés nationales.

Fin des machines et sort des Périer. — Le système de 1783 marcha pendant près de soixante-dix ans, élevant régulièrement la même quantité d'eau, tant la construction primitive était bonne. — Les machines de Chaillot vécurent jusqu'en 1852, époque à laquelle elles furent remplacées par des machines de Cornouailles à simple effet et encore existantes. L'usine du Gros-Caillou fut supprimée en 1858. Le regret est de n'avoir pas conservé une de ces vieilles machines qui, sorties au début de

l'atelier de Watt et Bolton, devaient être gardées avec respect dans un musée industriel.

Quant aux Périer, ils devinrent pendant les guerres de la Révolution fondeurs de canons pour le compte de l'État, et ne purent néanmoins après la tourmente se faire rendre justice. Sous l'Empire, l'un d'eux devint membre de l'Académie des sciences.

Certes ils ne méritaient pas la gloire que l'Angleterre accorda au génie de Watt, pendant que la richesse arrivait au grand constructeur par les économies de charbon qu'il partageait avec ses clients. Les Périer avaient non pas inventé, mais rapporté les machines à feu, les conduites, les réservoirs et la distribution à domicile. Ce service rendu valait au moins la fortune : ce fut la ruine qui vint à la place, et presque l'oubli; à peine si les frères Périer ont une courte notice dans un dictionnaire biographique.

II. LES ÉGOUTS

Si l'eau pure a toujours saisi l'attention publique, l'eau sale, emportant les débris de la vie journalière, a été longtemps un objet de dégoût dont on se détournait. Il a fallu des esprits fermes et dévoués pour entrer en lutte avec les dangers des eaux d'égout, des voiries et des vidanges.

Eaux d'égout. — Dans le vieux Paris, les eaux pluviales et ménagères, sortant de l'habitation, coulaient à ciel ouvert dans les rues, et allaient par des fossés rejoindre au plus près un cours d'eau. Les averses en été, les crues en hiver emportaient les immondices, qui pourrissaient au soleil en attendant, et répandaient d'insupportables odeurs.

Qu'on se rappelle la situation. En dehors de l'île de la Cité, les quartiers de la rive droite s'étendaient sur une plaine basse circonscrite par les hauteurs qui vont de Charonne à Chaillot. Au pied des coteaux coulait le ru de Ménilmontant, alimenté par les sources de la nappe des puits. En même temps un cordon d'alluvion, laissé par les débordements de la Seine, portait les pentes, non vers la rivière, mais vers le ruisseau qui devint peu à peu le grand égout, l'égout de Ceinture.

Sur la rive gauche, la montagne de Sainte-Geneviève, comprise entre les plaines d'Ivry et de Grenelle, était traversée par la Bièvre : c'est elle qui fut l'égout de ce côté.

Quand l'enceinte de Philippe Auguste, transportée plus loin sous Charles V et Charles VI, fut complétée par des

fossés et appuyée à la Bastille dont le fossé communiquait avec la rivière, il y eut là encore des ressources d'écoulement à ciel ouvert.

Le centre de Paris était alors aux Halles et rue Saint-Denis. Les eaux allaient au grand égout par un fossé qui suivait la rue Montmartre. Hugues Aubriot, le rude prévôt des marchands de l'époque des Armagnacs et des Bourguignons, celui qui fit bâtir la Bastille et reconstruire les ponts au Change et Saint-Michel, eut le premier le mérite de faire voûter, vers 1370, les cloaques des Halles.

Le quartier Saint-Antoine perdait ses eaux aux fossés de la Bastille, en longeant le parc de l'hôtel Saint-Pol, qu'habitaient les rois de France au quatorzième siècle, et qui devint le palais des Tournelles.

L'infection se répandait dans la demeure royale, et des réclamations continuelles étaient adressées au bureau de la Ville. On essaya d'un détournement par la rue Culture-Sainte-Catherine, et d'un envoi au grand égout qui commençait alors à la porte du Temple. Cela suffit si peu que François Ier, voulant donner à sa mère Louise de Savoie une habitation saine, acquit le terrain des Tuileries actuelles en échange du domaine de Chanteloup.

Henri II, plus mécontent encore, donna l'ordre à son architecte, Philibert Delorme, de traiter de la dérivation entière des eaux vers l'égout des Halles. Le prévôt des marchands remontra au « Seigneur roi et à son Conseil privé, quelles incommodités pourront venir au quartier des Halles et rue Saint-Denis, où est la fleur des anciens bourgeois de la Ville, si l'on fait un port de là à l'eau, comme le veut ledit Seigneur. »

Le projet fut écarté.

On songeait aussi à rendre navigables les fossés de rempart depuis la Bastille jusqu'à Chaillot, et à se ménager par là un émissaire général.

A la mort de Henri II (1559), Catherine de Médicis prit en aversion le palais des Tournelles, l'abandonna, et transporta la

cour des Valois aux Tuileries. Là, elle n'échappait pas encore aux odeurs d'égout, car le terrain actuel du Carrousel, placé hors des remparts, servait de voirie au quartier Saint-Honoré.

Sous Henri IV, le prévôt des marchands François-Miron suivit l'exemple d'Aubriot, fit voûter l'égout du Ponceau entre les rues Saint-Martin et Saint-Denis, et paya de ses deniers l'amélioration.

Sous Louis XIV, Colbert organisa en 1663 le Conseil de police, et lui donna pour instruction de veiller autant à la propreté qu'à la sécurité de la Ville; on organisa alors un service de curage.

La plus grande amélioration est de l'époque de Louis XV.

Le grand égout, encombré par des affluents parfois plus bas que lui, était dans un état affreux d'insalubrité. Turgot, alors prévôt des marchands (1755), obtint les pouvoirs nécessaires pour creuser à côté de la vieille cloaque un canal régulier, dallé, muraillé, garni de terre-pleins permettant plus facilement les extractions.

Bien plus, réalisant une idée de Colbert, il fit établir à l'origine de l'égout, aux Filles du Calvaire, un réservoir de 10000 mètres cubes où arrivaient les eaux de Belleville. Par des chasses régulières on lavait, on curait à grande eau la galerie. L'effet fut excellent; l'infection disparut; on put bâtir sur les bords. Le faubourg Montmartre, les quartiers de luxe de la Chaussée-d'Antin et du faubourg Saint-Honoré s'élevèrent; le terrain prit tant de valeur que les riverains, pour gagner le droit de bâtir, prirent à leurs frais la couverture complète du grand égout sur 6000 mètres de longueur.

Dans cette dernière période, trois grands établissements, la Salpêtrière (1670), l'hôtel des Invalides (1674), l'École militaire (1751), reçurent des égouts spéciaux qui portaient directement en Seine les matières fécales d'agglomérations qui pouvaient passer pour de petites villes de 3 à 6000 âmes.

III. LES VOIRIES

Au moyen âge, chaque quartier avait en dehors des remparts une voirie spéciale, un emplacement où l'on venait jeter les boues, les fumiers et les vidanges. Les dépôts finissaient par former des éminences qui se distinguent encore aujourd'hui. La butte des Moulins, le labyrinthe du Jardin des Plantes n'ont pas d'autre origine.

Quelques-unes prirent tant d'élévation dans la campagne qu'on craignit qu'elles ne servissent, en cas de siège, de batteries à l'ennemi, et on les enferma dans l'enceinte fortifiée sous Louis XIII.

Une des voiries, Montfaucon, a une histoire.

Montfaucon de 1250 à 1700. — Dès le treizième siècle, Montfaucon apparaît, moins comme voirie que comme justice, comme lieu de supplice et d'exposition. On le rencontrait sur la route de Meaux, en haut du faubourg Saint-Martin, et à 4 kilomètres de l'enceinte de Philippe Auguste. Une plate-forme en gros blocs couronnait l'éminence, et servait de base à seize piliers que reliaient deux cours de poutres.

C'est à ces poutres que l'on pendait les condamnés, ou qu'on attachait les corps des suppliciés. Les chairs étaient dévorées par les corbeaux et les loups. Les ossements tombaient dans un charnier où l'on jetait aussi les immondices des rues et les matières fécales, dont les maîtres des basses-œuvres débarrassaient la Ville.

Le gibet de Montfaucon a terminé bien des existences poli-

tiques au moyen âge. Une des premières victimes fut Pierre de la Brosse, favori de Philippe le Hardi; après lui, sous Louis X, Enguerrand de Marigny, surintendant des finances. Sous Charles VI, Jean de Montagu, aussi surintendant, et un courageux prévôt de Paris, Jean des Essarts. Sous Louis XI, Olivier le Daim; enfin, sous François Ier, Jacques de Semblançay, vieillard de soixante-quinze ans et surintendant. Après la Saint-Barthélemy, c'est à Monfaucon que Catherine de Médicis et ses fils allèrent voir le corps de Coligny. Les expositions finissent par un Montmorency-Bontteville que Richelieu fit condamner pour s'être battu en duel malgré les ordres du roi, en pleine place Royàle, le jour de Pâques.

A partir de Louis XIII, Montfaucon grandit d'importance comme voirie. Le développement des faubourgs Saint-Germain et Saint-Marcel ayant fait supprimer les voiries locales, ordre fut donné de tout porter au dépôt unique de Monfaucon.

Alors viennent les plaintes des Faubourgs Saint-Denis, Saint-Martin et du Temple qui, se rapprochant de plus en plus de la butte infecte, étaient soumis à des exhalaisons, dès que le vent tournait au nord-ouest.

Bassins des Buttes-Chaumont. — Ce ne fut pourtant qu'en 1761, lors de l'établissement des murs d'octroi, que Soufflot déplaça l'ancienne justice et la transporta avec la voirie à 300 mètres plus loin, au pied des Buttes-Chaumont.

Les piliers réduits de seize à quatre s'élevaient à gauche de la barrière, sur la route de Meaux. Le cimetière des suppliciés était à droite; en montant sur le coteau, on rencontrait d'anciens fonds de carrières qui servaient de bassins de réception aux transports de vidanges.

La Révolution renversa le gibet, et l'Assemblée constituante ayant en 1790 rendu la sépulture commune aux suppliciés, Montfaucon n'eut plus qu'une seule fonction. Elle devint cette

voirie effrayante dont les lacs toujours prêts à déborder subsistèrent pourtant jusqu'en 1848.

Étagés sur le coteau, mais suivant l'irrégularité des carrières abandonnées, les bassins s'étendaient sur une surface de 10 hectares et sur une pente de 15 mètres. Des vannes de décharge fermaient les communications successives d'étage. Les voitures de vidanges sorties de Paris gravissaient jusqu'à une échancrure supérieure, y trouvaient un mur avec embrasures formant acculoir, et y versaient par l'arrière leur chargement. Le flot abandonnait tout en haut le plus épais du dépôt, puis, par un écoulement de superficie, descendait les gradins en y laissant ses vases. La matière forte séchait au soleil et passait à l'état d'engrais transportable. Les eaux vannes n'étaient qu'encombrantes; on les perdait par l'évaporation spontanée et la filtration dans le sol, à travers les fentes de la masse plâtrière.

Plus tard, vers 1825, quand l'abondance des eaux vannes et l'infection des puits du quartier du Temple obligèrent enfin à trouver une décharge régulière, on profita de la construction du canal Saint-Martin pour établir une conduite allant des bassins à l'égout latéral au canal. Chaque nuit, afin d'empêcher les débordements, on ouvrait la décharge; les lâchures venaient tomber en partie au grand égout, et plus directement en Seine au pont d'Austerlitz. De là, elles descendaient tout Paris!

Fabrication de poudrette. — Pendant longtemps on ne débarrassa Montfaucon que par l'obligation imposée aux cultivateurs de la banlieue de venir prendre les matières pour fumer leurs terres. Puis la ville eut un entrepreneur de boues qui, moyennant un forfait de 3000 francs, se chargeait des déblais indispensables. En 1784, une proposition fut faite par Bridel pour convertir en poudrette ou *poudre végétative* une partie des dépôts. Bridel fut autorisé, moyennant un loyer de 3000 francs. Il exerça, gagna de l'argent; mais ses moyens de dessiccation soulevèrent des plaintes très vives. La question touchait déjà la sa-

lubrité et l'agriculture : il y eut enquête; l'Assemblée constituante, l'Académie de médecine, l'Administration municipale prirent parti et suivirent trois lignes d'opinion différentes.

L'Assemblée, par un comité qui eut Thouret pour rapporteur, conclut au maintien du privilège de Bridel; l'Académie de médecine, en sens contraire, demanda que les propriétaires pussent directement livrer aux cultivateurs le produit des fosses. L'Administration de Paris, cherchant les améliorations, chargea de l'étude un architecte, Giraud, qui répondit par un projet publié seulement en 1797.

Projet de Giraud. — Giraud prit pour épigraphe le vers de Térence :

Homo sum; humani nihil a me alienum puto.

« Je suis homme; rien de ce qui touche mes semblables ne m'est indifférent. » Entrant hardiment dans son sujet, il constata d'abord les bénéfices du privilège.

Avec un apport journalier de 51 mètres cubes de matières, Bridel, qui payait 3000 francs, fabriquait en engrais une valeur annuelle de plus de 300 000 francs. Il y avait donc lieu à ressaisir l'affaire et à s'établir largement.

Au lieu d'une voirie, il en fallait deux : l'une au nord, dans la plaine Saint-Denis; l'autre au sud, dans la plaine de Grenelle. A la campagne, au milieu des cultures, on ferait arriver sous des hangars couverts, les voitures de vidanges, versant à des citernes également couvertes.

L'abatage serait réuni à la voirie. Les nerfs, les chairs, les débris des animaux enrichiraient les matières. Des nitrières, des fabriques de colle et de vernis seraient les annexes de la fabrique d'engrais. Toutes les manipulations se feraient en vases clos. Le feu des foyers agirait comme ventilateur, comme destructeur des gaz infects qui se dégageraient dans les opérations. L'idée d'une immense usine d'engrais et de produits chi-

miques avaient transporté Giraud vers les solutions que nous poursuivons encore.

Ce projet que Girard, l'ingénieur du canal de l'Ourcq, dit être sorti de la tête d'un homme de génie, ne s'exécuta pas. Maisi l amena la suppression du privilège et la mise en adjudication des voiries.

Le bail sauta de suite de 3000 à 60 000 francs, et depuis il alla toujours en accord avec la prospérité et les revers publics. En 1806, il touchait 485 000 francs, tombait à 75 000 après l'invasion, se relevait à 205 000 en 1826, et en 1842 atteignait sa limite supérieure de 500 000 francs, qu'il garda jusqu'en 1850.

La valeur industrielle et agricole était donc bien réelle.

Résumé général. — En résumé, quand la Révolution de 1789 vint fermer la période monarchique, Paris avait pour son approvisionnement d'eau pure les sources du nord et d'Arcueil sorties des coteaux de la banlieue, les eaux de Seine élevées par les roues hydrauliques de la Samaritaine et du pont Notre-Dame, ainsi que par les machines à feu de Chaillot et du Gros-Caillou : c'était en tout environ 10 000 mètres cubes par jour pour 600 000 âmes de population.

Quant aux eaux sales des habitations, elles allaient au ruisseau central des chaussées fendues, et presque partout à ciel ouvert descendaient soit vers le grand égout de ceinture ou les fossés de la Bastille, sur la rive droite, soit vers la Bièvre, sur la rive gauche. Elles tombaient en rivière dans le courant où l'on puisait la plus forte part de la distribution.

Enfin, les vidanges étaient centralisées à Montfaucon, et les bassins étagés des buttes Chaumont, toujours prêts à déborder, infectaient l'air des quartiers du nord, et y gâtaient la nappe des puits. — Mais on avait commencé l'utilisation par la fabrication des engrais de poudrette.

Voilà ce qu'on avait acquis en douze siècles.

DEUXIÈME PÉRIODE

De 1790 à 1830.

I. LE CANAL DE L'OURCQ

Nous constations tout à l'heure qu'à l'époque de la Révolution, Paris avait au plus à dépenser par jour 10 000 mètres cubes d'eau, dont 2000 fournis par les sources et 8000 par les machines.

Nous allons voir grandir l'approvisionnement à 100 000 mètres cubes avec la dérivation de l'Ourcq.

L'Ourcq, affluent de la Marne, a son lit ouvert dans les terrains tertiaires perméables, percés de sources et tapissés de tourbières et de marais. Par suite, il n'y a ni crues violentes ni débordements, mais une végétation active se développe sur les bords. De là les qualités et les défauts de l'eau d'Ourcq; elle est abondante, mais de mauvais goût, et convient spécialement aux lavages publics.

Historique. — L'Ourcq servait autrefois à apporter à Paris le blé du Valois, et le bureau de la Ville s'en préoccupait. Quand François Ier revint de ses expéditions d'Italie avec le souvenir des canaux du Milanais, il encouragea la construction des pertuis et des écluses de navigation. L'Ourcq eut sa part d'essais à demi réussis en 1632 avec M. de Foligny, qui s'était engagé

à faire arriver un bateau de blé au quai de la Grève. Il tint parole. Mais il se ruina, lui, ses associés et ses successeurs, par les frais d'établissement et d'entretien des ouvrages fondés le plus souvent sur des couches d'argile fluente.

En 1676, Riquet, l'auteur du canal du Midi, assisté de son gendre M. de Marnes et protégé par Colbert, obtint des lettres patentes l'autorisant à dériver l'Ourcq pour en faire un canal navigable qui devait aboutir à l'arc de triomphe du faubourg Saint-Antoine, et fournir de l'eau au lavage des rues et à l'alimentation de fontaines nouvelles. En outre les bateaux seraient allés par les fossés de la place, depuis la Bastille jusqu'au quai de la Conférence, en évitant la traversée des quais de Paris. Le bureau de la Ville réclama contre la décision qui érigeait le canal en fief héréditaire; Riquet et Colbert moururent vers 1685, les choses traînèrent en longueur et rien ne se fit.

Un siècle plus tard, M. Brullée ramena la question en l'améliorant : il projetait un canal à point de partage allant de la Seine d'en haut à la Seine d'en bas et à l'Oise, en prenant l'alimentation à un bassin des eaux d'Ourcq, placé à la Villette. Bailly, maire de Paris, et l'Assemblée constituante, donnèrent pleine adhésion aux idées de M. Brullée, et une loi de 1790 les sanctionna; mais la Révolution arrêta les opérations.

Loi de floréal an X. — Au retour des affaires, sous le Consulat, M. de Solage, concessionnaire de Brullée, demanda l'autorisation d'ouvrir les canaux de l'Ourcq et de la Seine; il fournissait des indications peu précises et des nivellements inexacts qui furent vérifiés et discutés. On était en 1802; le premier Consul venait, par le traité d'Amiens, de réconcilier la France avec l'Angleterre; il rêvait toutes les gloires de la paix et les voulait avec l'impétuosité de son génie. L'idée du canal de l'Ourcq lui avait paru grande et le possédait. Il fit accepter au Corps législatif la loi de floréal an X (avril 1802), ordonnant la dérivation de l'Ourcq pour alimenter à la fois la distribution de Paris, et un canal qui, par-

tant de la Bastille, irait jusqu'à Saint-Denis, et même jusqu'à Pontoise. Presque aussitôt il nommait comme directeur d'exécution l'un de ses compagnons de l'Institut d'Égypte, M. Girard; il lui prescrivait de commencer immédiatement les travaux sans que l'examen des projets par le conseil des ponts et chaussées pût ralentir l'activité des chantiers, et il annonçait l'intention de visiter lui-même prochainement la ligne. En effet, le 23 septembre 1802, un repère était solennellement posé au plateau de la Villette sur l'emplacement futur du bassin, à 25m,73 au-dessus du niveau des basses eaux de la Seine.

Le 28 février 1803, le premier Consul partait à sept heures du matin de la Villette, parcourait à cheval les tracés, allait coucher à Lisy le premier jour, et le lendemain montait jusqu'à Mareuil où devait se faire la prise en rivière.

Tracés et discussions. — Girard, caractère énergique, savant capable d'agir, d'écrire et de lutter, soutenu par le préfet de la Seine, bien secondé par ses ingénieurs, marchait vite et produisait beaucoup. Mais le conseil des ponts et chaussées, à peine consulté, lui montrait une hostilité sourde qui le poursuivit dans toute sa carrière. L'opposition avait pour tête d'abord M. Bruyère, secrétaire du conseil, et qui ne voyait de bien que la simple dérivation d'un affluent, la Beuvronne, à conduire dans un canal maçonné, projet dont il était l'auteur. Il y avait en outre comme adversaire M. Gauthey, travailleur puissant, réputation faite au canal de Bourgogne, et très écouté de ses collègues. La modération venait de M. de Prony, ennemi des contestations, bienveillant par nature pour les personnes, et d'ailleurs le maître en hydraulique.

Les discussions portèrent d'abord sur les tracés, qui furent déclarés contraires aux règles de l'art, parce qu'ils avaient été trop peu étudiés. Girard avait adopté de grands alignements au lieu de contourner les coteaux. Il se jetait dans les marais de l'Arneuse, il ouvrait une tranchée profonde dans les glaises fluentes, au seuil d'entre Marne et Seine; il donnait à l'axe du

canal un profil de chaînette, au lieu d'accroître la pente d'un lit uniforme, lorsque le nombre des affluents à recevoir augmentait.

Les critiques les plus ardentes s'exercèrent à propos du jaugeage. Girard comptait sur un cube de 200000 mètres cubes, et trouvait dans cette valeur de débit de quoi alimenter un canal de moyenne navigation et un porteur d'eau pour Paris. On niait l'exactitude des chiffres, on niait la possibilité du canal et l'on voulait réduire le travail à une simple rigole de dérivation pour Paris. Les jaugeages furent faits avec beaucoup de soin et par deux méthodes différentes. La commission nommée à cet effet, et qui comprenait MM. de Prony et Girard, trouva pour le débit de l'Ourcq et des affluents 172000 mètres cubes, débit qui, suivant elle, ne permettait pas d'établir un canal navigable. Girard para le coup en faisant appel à l'Empereur. On était en 1806, après la campagne d'Iéna. Monge, l'illustre inventeur de la géométrie descriptive, reçut l'ordre de parcourir la ligne, comme par simple motif de curiosité; au fond, bien vu de tous, il était chargé de discerner la vérité au milieu des allégations contraires. Puis l'Empereur donna rendez-vous aux deux partis aux Tuileries; il les reçut en mars 1806, à dix heures du soir, dans son cabinet, et laissa chacun exprimer librement son opinion; à deux heures du matin il résuma le débat : « La distribution d'eau pour Paris, dit-il, n'est qu'un côté secondaire de la question. Paris est la capitale de l'Europe; il faut que de partout on puisse y venir par eau. Quand le canal de l'Ourcq sera fait, et le canal de Saint-Quentin achevé, on aura une communication directe de Paris à Anvers, en attendant qu'il s'en établisse une autre par l'Aisne et la Meuse entre Paris et Rotterdam. »

Les grandes vues du souverain mirent la conviction dans la plupart des esprits, et le canal dut recevoir toutes les eaux possibles; on lui aurait donné la Marne, si elle avait pu y entrer.

Projets et travaux. — Pendant la période de prospérité,

jusqu'en 1812, les crédits largement ouverts suivaient les approbations des projets étudiés avec ardeur par Girard et ses ingénieurs. Le tracé du canal Saint-Denis est fixé dès 1807, et celui du canal Saint-Martin en 1808.

On s'occupait en même temps de la distribution des eaux dans Paris, préparé par le premier plan à courbes de niveau qu'on possède et qui est dû à M. Égault. On projetait l'aqueduc, qui partant de la Villette et suivant jusqu'à Monceaux le haut relief du sol, devait remplir les conduites maîtresses chargées d'alimenter chaque quartier. — Les travaux avançaient et avec eux les résultats. Les eaux du premier affluent, la Beuvronne, purent arriver au bassin de la Villette le 2 décembre 1808, anniversaire du couronnement et de la bataille d'Austerlitz. Le 15 août 1809, après Wagram, elles tombaient en cascades à la fontaine des Innocents, là où l'on ne voyait guère qu'en relief sortir l'eau que versent de leurs urnes les belles naïades de Jean Goujon.

Mais après la retraite de Russie, quand le sage de 1800 fut devenu l'insensé de 1813, il fallut s'arrêter forcément. Il y avait encore des conseils et des décrets d'apparat pour tromper l'étranger sur les ressources restant à la France. En fait, l'insuffisance était complète à l'égard de l'argent et des ouvriers. Les deux invasions qui renversèrent Napoléon portèrent le dernier coup et les ressources d'achèvement disparurent par l'épuisement du trésor. Girard fut alors en butte à la haine de ses anciens adversaires. Il avait été nommé inspecteur général pendant les Cent Jours, lui ingénieur en chef depuis l'expédition d'Égypte. On annula la promotion : bien plus, on lui nomma un chef au canal de l'Ourcq, dans l'espoir que son amour-propre blessé lui ferait donner sa démission : Girard répondit avec fermeté qu'il tenait à laisser à ses enfants l'héritage de gloire que devait assurer l'œuvre du canal, et qu'il resterait, même comme ingénieur ordinaire.

Il fut bientôt récompensé de son énergie.

Loi de 1818. — Après la deuxième Restauration, en 1816, une commission fut chargée d'examiner la situation des travaux du canal de l'Ourcq et de ses annexes, et invitée à préciser le montant des dépenses d'achèvement. Un rapport sage et modéré, dû à M. Tarbé de Vauclair, établit que les canaux de l'Ourcq et Saint-Denis étaient à moitié faits, et que le canal Saint-Martin restait presque entièrement à exécuter. Il y avait, en dehors des frais de la distribution dans Paris, 25 millions de crédit à trouver. Que faire, puisque le Trésor, écrasé des charges de l'invasion, ne pouvait plus rien?

Les relations rétablies avec l'Angleterre depuis la paix, montraient la part active qu'avaient prise les compagnies financières à l'exécution des travaux, de l'autre côté du détroit. Girard, traitant la question à ce nouveau point de vue, parvint à donner confiance aux capitalistes. Une société de banquiers, représentée par MM. Vassal et Saint-Didier, se forma, étudia l'affaire des canaux, et finit par traiter avec la Ville aux conditions suivantes, sanctionnées par la loi de 1818 :

« La Compagnie mettrait les canaux en exploitation dans le délai de cinq ans moyennant une subvention de 8 millions, et la concession des droits de navigation pendant quatre-vingt-dix-neuf ans à partir de 1823. La Ville, d'ailleurs, se réservait pour son service 80 000 mètres cubes, à prendre chaque jour avant les besoins des bateaux et des usines. »

La Compagnie Vassal s'organisa déjà comme les grandes compagnies de chemins de fer d'aujourd'hui. Elle eut pour ses travaux un conseil d'inspecteurs dont M. de Prony faisait partie, et pour agents d'exécution des ingénieurs en chef et des ingénieurs ordinaires.

Les engagements furent tenus en devançant les délais : le canal Saint-Denis était livré à la navigation en 1821, le canal de l'Ourcq en 1823, le canal Saint-Martin en 1825.

Ainsi au bout de vingt-trois ans, Girard voyait réalisée une grande partie de l'idée qui avait possédé d'abord Riquet et

Colbert, puis le premier Consul, l'idée du canal de la Seine à la Seine; et elle est si juste qu'elle a fait du bassin de la Villette le cinquième port de France. Les péniches du Nord, les bateaux normands y créent un entrepôt que l'approfondissement de la basse Seine développera encore davantage.

Restait la distribution dans Paris, l'emploi des 80 000 mètres cubes que la Ville s'était réservés. C'est le gouvernement de Juillet qui eut le mérite de l'entreprendre avec un ensemble que nous exposerons bientôt.

Détails techniques. — Le canal de l'Ourcq a sensiblement 100 kilomètres de longueur avec 10 mètres de pente; il présente 10 mètres de largeur entre les rives, et $1^m,40$ de tirant d'eau. Les écluses ont $3^m,20$ de largeur entre les bajoyers. Il est parcouru par des flûtes de 3 mètres de largeur qui descendent au fil de l'eau en portant de 30 à 40 tonnes, et qui remontent avec des chevaux, presque toujours à vide.

Le canal Saint-Denis, destiné à la remonte de la grande navigation du Nord et de la basse Seine, a des dimensions tout autres sur sa courte longueur de 6600 mètres; il a 25 mètres de largeur au plan d'eau avec tirant d'eau de 2 mètres. La pente totale de 29 mètres est répartie entre 12 écluses ayant une chute moyenne de $2^m,10$ et une largeur de $7^m,80$.

L'approfondissement de la basse Seine va conduire à porter ici le tirant d'eau à $3^m,20$, et à doubler partout les écluses.

Le canal Saint-Martin, qui descend de la Villette vers la Bastille, a 4500 mètres de longueur, dont 1800 mètres ont été couverts lors de l'établissement du boulevard Richard-Lenoir (1860). Dans les parties découvertes, dans les bassins des Récollets, du Temple, de l'Arsenal, il est une gare et un entrepôt continus pour les pierres de taille et les ciments, les fers, les aciers, les machines. Il est devenu un prolongement du port de la Villette, qui est insuffisant et qu'on s'apprête à doubler.

Girard. — On éprouve une satisfaction réelle à voir Girard jouissant de son œuvre après une vie de fatigues, de recherches, de luttes personnelles. Membre de l'Académie des sciences, auteur d'un livre parfaitement écrit où il raconte le canal de l'Ourcq, et, pour la première fois, les anciennes eaux de Paris, il a conquis un nom: il a vaincu à force de talent et de persévérance; la récompense était due et elle est venue.

II. LES ÉGOUTS

Après la Révolution, quand Paris sous l'Empire devint la capitale de l'Europe, les travaux d'assainissement reprirent leur cours. Le percement de la rue de Rivoli fit faire un égout à travers la place de la Concorde. Dans la rue Saint-Denis, une galerie d'espèce nouvelle prit non seulement les eaux sales, mais reçut, comme à la galerie des eaux d'Arcueil, les conduites destinées à la fontaine des Innocents; et cet exemple des conduites d'eau mises en égout fut depuis constamment répété, il est devenu un principe. Napoléon lui-même visita les travaux en 1810, tant il y attachait d'importance.

Et pourtant, si à la fin de cette période on cherche des chiffres de statistique, on est frappé de leur faiblesse.

En plein Louis XIV, il y avait 2 kilomètres d'égouts couverts et 8 kilomètres d'égouts découverts. A la fin du dix-huitième siècle, on comptait 26 kilomètres de galeries couvertes; en 1824, Parent-Duchâtelet n'en trouvait encore que 37 kilomètres, confiés alors pour le curage à deux brigades de 12 hommes chacune se partageant les réseaux de chaque rive. Sur la rive gauche, les égouts découverts et même les puits perdus se rencontraient presque uniquement.

Situation en 1825. — Ce qu'était en 1825 le réseau souterrain, Parent-Duchâtelet nous l'apprend, après l'avoir courageusement étudié dans ses pénibles détails : « J'ai vu tout ce que je raconte », nous dit-il, au début du récit, avec le calme du dévouement.

Les galeries étaient à peine assez hautes pour qu'un homme se tînt debout. Le radier en pavés disjoints, les murs souvent en matériaux tendres; peu de regards, et fermés par des plaques pleines que l'air ne traversait pas; le méphitisme arrivait avec l'acide carbonique, l'ammoniaque, l'hydrogène sulfuré, avec l'odeur d'égout *sui generis*, fade et tiède, avec l'odeur des vidanges, des œufs pourris, des pièces anatomiques en décomposition. Rien de comparable à l'infection de l'égout de ceinture quand on y lâchait le trop-plein de la voirie de Montfaucon.

Presque partout une crasse épaisse garnissait les parois inférieures au niveau de l'eau; les champignons poussaient au-dessus, les rats pullulaient au milieu des matières organiques. L'asphyxie menaçait les brigades du curage; il n'en résultait qu'un extrême dévouement des ouvriers les uns pour les autres. Leur travail consistait déjà dans l'extraction à la pioche des sables déposés sur les fonds, et dans la poussée au rabot des vases qui glissaient dans le courant, quand on avait pour aide l'eau et la pente. Le danger d'asphyxie existait dès qu'on ouvrait les « peaux de crapauds », espèce de ciel formé sur les dépôts, ou lorsqu'il fallait attaquer, à l'embouchure en Seine, les sables rejetés par les crues et agglutinés avec des vases d'égout.

Parent-Duchâtelet terminait son étude par l'exposé des améliorations qu'il voudrait voir réaliser. Il demandait des galeries où un ouvrier pût passer librement, dallées en radier imperméable, muraillées de matériaux durs en meulières, voûtées et aérées par des trappes à jour d'espacement régulier, enfin réglées comme pentes partielles et successives, et lavées par des chasses d'eau puissantes.

Il n'osait pas encore proposer un égout dans chaque rue; il lui suffisait d'en obtenir un dans chacune des voies de grande circulation : « Alors, disait-il, on ne verrait plus nos rues humides, même par la sécheresse, et nos courses de voitures ne seraient plus des sauts et des bonds continuels sur les ruisseaux. »

Les idées de l'illustre hygiéniste servirent de programme aux ingénieurs de l'assainissement de 1830.

III. LES VOIRIES

Voirie de Bondy. — Après l'exécution du canal de l'Ourcq, les ingénieurs de la Ville cherchèrent le déplacement de Montfaucon par l'organisation des transports de navigation. Ils songèrent d'abord à Épinay près de Saint-Denis, puis choisirent Bondy, situé à 10 kilomètres de Paris, sur le canal et au milieu de la forêt. Les premiers travaux datent de 1816; ils furent retardés par l'opposition du duc d'Orléans, propriétaire du domaine du Raincy. Enfin, en 1826, les obstacles étaient levés et dans une clairière de 32 hectares on creusait trente bassins d'un hectare chacun, pouvant recevoir les fonds de fosses et les matières fortes.

Mais ce mouvement vers Bondy ne débarrassait encore Paris que du quart environ de la vidange, représentant les solides. Les liquides continuaient à remplir les bassins de Montfaucon : tout le malaise des quartiers infectés subsistait.

Le cube des apports journaliers avait grandi de 50 à 250 mètres cubes; non seulement par l'accroissement de la population, mais par suite des prescriptions plus sévères de la police de l'hygiène, et par la pénétration de l'eau dans les habitudes domestiques.

La coutume de Paris, déjà sous Louis XII et François I[er], exigeait qu'il y eût un puits dans chaque maison de la ville et des faubourgs. Du temps de Colbert, en 1668, on y ajouta l'obligation des fosses étanches. Sous la Restauration, l'ordonnance de 1819 fixa toutes les conditions de construction, de réparations et de visite des fosses.

En même temps, s'introduisait dans les maisons riches le luxe des cabinets de toilette largement pourvus d'eau, des bains à domicile et des water-closets.

Les fosses devenaient des réservoirs qui gardaient tout, et les vidanges devenaient pour les propriétaires une lourde charge.

Évidemment il y avait à transformer un pareil régime.

Boues et fumiers. — Quant aux boues et aux fumiers, ils furent d'assez bonne heure saisis par la culture. Les fumiers font encore la fortune des maraîchers de primeurs de la banlieue.

Les boues, sous le nom de « gadoues », ont été longtemps prises par les charrettes des cultivateurs au retour du marché; elles ont au nord, dans la plaine de Saint-Denis et jusqu'à la vallée de Montmorency, fertilisé les champs. Mais à présent les odeurs qu'elles dégagent par la fermentation portent les maires des communes de villégiature à restreindre le mouvement, en interdisant les dépôts publics et en exigeant des enlèvements presque immédiats hors des gares.

L'enlèvement des boues constitue pour le budget de la viabilité une charge qui va toujours s'aggravant, tandis qu'elle devrait être une ressource financière.

Résumé de la période. — En résumé, le canal de l'Ourcq est la grande trace que laisse la période qui comprend le premier Empire et la Restauration. Il apporte plus de 200 000 mètres cubes, dont 100 000 alimentent la navigation affranchie de la traversée sous les ponts, passant librement de la haute Seine à la basse Seine, et créant au bassin de la Villette un port de commerce de premier ordre. La seconde partie des eaux d'Ourcq au chiffre de 80 000 à 100 000 mètres cubes, va servir à réaliser le rêve d'assainissement que Parent-Duchâtelet concevait en présence du régime infect du vieux Paris.

TROISIÈME PÉRIODE

Le gouvernement de Juillet (1830-1850).

I. LES EAUX

DISTRIBUTION DES EAUX D'OURCQ

L'Administration de 1830. — L'administration qui eut la charge des affaires de la Ville après la révolution de Juillet prit à tâche d'embellir et d'assainir Paris. Elle eut pour préfet M. de Rambuteau, bienveillant, plein de bonnes intentions, et à qui on prête le mot : « Paris doit avoir de l'eau, de l'air et de frais ombrages. » C'est lui qui ajouta à l'Hôtel de Ville la galerie et les salons du bord de l'eau, et qui fit le premier percement entre le Temple et les Halles, par la rue qui porte son nom. Il eut près de lui trois ingénieurs d'un grand mérite, MM. Duleau, Emmery et Mary. M. Duleau lança les idées de progrès. M. Emmery, qui avait des vues élevées, de la volonté, de l'ordre, fixa les programmes : les détails de construction appartiennent en grande partie à M. Mary.

Les rues de Paris. — Les rues de Paris étaient alors à l'état barbare. Les chaussées fendues avaient dans leur milieu un ruisseau fangeux qui recevait les eaux ménagères et pluviales des maisons riveraines. De grosses bornes placées contre les murs protégeaient le piéton contre les voitures qui l'éclabous-

saient en passant, et qui, elles, rencontraient à chaque carrefour un cassis où elles sautaient brusquement.

La « crotte » était célèbre, autant que la légèreté des Parisiennes pour l'éviter, en passant sur la tête des pavés. En temps d'averse, les eaux descendaient en torrents des quartiers hauts sur les quartiers bas pour s'engouffrer dans les grilles d'égout. Il fallait sur les ruisseaux des ponts roulants, et c'était une industrie que d'en avoir de tout prêts et de percevoir ainsi un péage sur les passants.

On comprenait les changements à introduire. Les trottoirs, d'importation anglaise, avaient paru dès 1818, et le public les avait appréciés. Mais l'administration les essayait timidement, craignant de gêner la circulation des voitures. On aurait peine à croire aujourd'hui aux objections des opposants : « le ruisseau central de la chaussée mouillait le pied et le fer des chevaux, avantage qu'on perdait avec les chaussées bombées; de plus les doubles ruisseaux longeant les trottoirs allaient couvrir d'éclaboussures les devantures des magasins. » — De tels arguments ne rendaient que plus nécessaire le lavage régulier et complet des chaussées au moyen des eaux d'Ourcq.

Solution des îlots. — Que fallait-il faire? Une étude basée sur le nivellement précis du sol des voies publiques et du sous-sol des égouts donna la solution.

Paris se compose d'un archipel d'îlots de maisons dessinés par les intersections des rues. En plan, ces îlots sont d'ordinaire des rectangles ayant une pente naturelle ou artificielle nécessaire à l'écoulement des eaux. Supposons dans l'axe et au point haut, au faîte du rectangle, une borne-fontaine, au point bas une bouche d'égout.

Si la borne est dotée chaque jour d'un fort courant qui se divise en deux, les ruisseaux bordant la ceinture de trottoirs et recevant les écoulements particuliers des maisons seront énergiquement nettoyés, surtout si le balai du cantonnier assure la

manœuvre ; puis toutes les eaux sales disparaîtront, dévorées à la bouche d'égout.

En cas d'averse, les eaux partielles n'iront plus gonfler un torrent dans le thalweg du quartier : elles couleront souterrainement avant de devenir à la surface un affluent dangereux à franchir.

La chaussée bombée arrivait naturellement, avec son profil uni, régulier, débarrassé des ruisseaux particuliers qui passeront en gargouilles dans le corps du trottoir, débarrassé des cassis que remplaceront les vides ouverts par les bouches d'égout.

Ainsi, autour de l'îlot lui-même, le mouvement des eaux reste à ciel ouvert, mais aussitôt qu'il sort de l'îlot, il appartient au régime souterrain, au drainage.

Tels sont les principes que M. Emmery fit adopter, et qui liaient l'établissement des trottoirs et des chaussées bombées à la distribution des eaux et au développement de la canalisation.

Chaussées et trottoirs. — La réforme des chaussées fut conduite d'une façon rationnelle. Les anciennes rues de Paris ont été ouvertes aux largeurs réglementaires de 8 mètres et de 12 mètres. On admet qu'une voiture exige une voie de $2^{m},50$, qu'un piéton réclame $0^{m},75$ de passage. En partant de là, une rue de 8 mètres avec une chaussée bombée de 5 mètres, entre deux trottoirs de $1^{m},50$, offrait une libre circulation à deux files de voitures, à une double rangée de piétons ou de promeneurs. Dans la rue de 12 mètres partagée en une chaussée de 7 mètres et des trottoirs de $2^{m},50$, il y avait place pour trois voies de voitures au milieu, et un double mouvement de trois piétons sur les côtés. Les grandes artères, la rue Royale, la rue de la Paix, qui ont $22^{m},40$ de largeur, les boulevards, qui en ont 35, devinrent, avec des chaussées de 16 mètres et des trottoirs libres, des communications capables de servir à quatre ou

cinq files de voitures, entre des groupes de promeneurs que les dallages en asphaltes rendaient de plus en plus nombreux.

Aujourd'hui qu'on rencontre des trottoirs jusque dans les traverses de village, on ne peut s'imaginer combien cette amélioration, qui date à peine d'un demi-siècle, a donné de propreté aux rues de Paris et de sécurité à la circulation.

Les eaux. — Réseau des conduites. — La Ville avait droit au prélèvement de 80 à 100000 mètres cubes sur les 200000 que le canal de l'Ourcq apporte chaque jour dans les bassins de la Villette. Cet approvisionnement était préparé par l'aqueduc de ceinture, galerie voûtée qui suit une ligne de faîte à 25 mètres au-dessus du niveau de la Seine entre le bassin de la Villette et le réservoir de Monceau. Pour organiser la distribution, on puisa dans l'aqueduc au moyen de trois grosses conduites de $0^m,60$, traversant en galerie sur la rive droite les rues de plus grande pente, passant sous les trottoirs des ponts des Tournelles, du Pont-Neuf et du pont de la Concorde, remontant les contre-pentes de la rive gauche, pour aller déboucher aux trois réservoirs Saint-Victor, Racine et Vaugirard. Ces grandes capacités se remplissent la nuit, aux heures où la consommation cesse; puis de jour, quand le besoin de la dépense recommence, un double courant s'établit dans les deux sens entre l'aqueduc de ceinture et les réservoirs pour nourrir les orifices ouverts partout. Les conduites maîtresses fournissent l'eau aux conduites secondaires qui, à leur tour, alimentent le réseau de distribution, au faible diamètre de $0^m,10$, et en fonte. Enfin ces lignes de $0^m,10$ nourrissent les branchements de plomb qui livrent l'eau aux bornes-fontaines de chaque îlot de maisons, ou aux robinets de service privé dans l'intérieur des immeubles. — Les bornes de lavage des ruisseaux n'étaient pas comme aujourd'hui de simples bouches sous trottoirs : elles étaient saillantes et formaient fontaines de puisage, parce que l'administration avait voulu qu'elles fussent utiles aux ménages

pauvres; en cas d'incendie elles étaient prêtes pour le service des pompes. — Les places monumentales eurent aussi leur décoration d'eaux jaillissantes; les belles fontaines de la Concorde datent de cette époque.

Tarifs. — On sollicitait les abonnements de service privé par un tarif modéré de 50 francs par an, assurant chaque jour un kilolitre ou mille litres d'eau. Un certain nombre de propriétaires prirent le robinet d'eau d'Ourcq dans leur cour pour l'usage de tous les locataires d'un mêmc immeuble. Malgré cet avantage intérieur, les fontaines marchandes, où les porteurs d'eau venaient remplir leurs seaux, comptaient plus dans la recette par la vente au détail quc les abonnements par la vente en gros.

En 1840 M. Emmery constatait avec un élan de satisfaction légitime qu'il y avait déjà dans Paris 100 fontaines et 2000 bouches d'eau.

II. LES ÉGOUTS

Réseau des égouts. — Les collecteurs établis sur la rive droite, le grand égout de ceinture et l'égout latéral au canal Saint-Martin, existaient avec quelques galeries longitudinales qui leur servaient d'affluents. Ces galeries furent prolongées jusqu'en Seine, et reçurent une pente inverse à l'extrémité, de manière à déverser en rivière le trop-plein des eaux allant au grand égout.

Sur ces artères du drainage, on brancha les lignes secondaires qui devaient livrer passage aux eaux de lavage des ruisseaux, aux eaux pluviales et ménagères des habitations. Les types furent remaniés, et l'on se souvint des conseils de Parent-Duchâtelet. On proscrivit les égouts de 1 mètre de hauteur où l'ouvrier ne peut pénétrer qu'en se courbant; on reconnut qu'il était humain et sage de fixer les dimensions du vide des galeries à $1^m,80$ de hauteur et $0^m,60$ de largeur aux naissances, avec largeur réduite de $0^m,50$ au radier. Dès lors on pouvait y circuler debout. Mais ce type de cercueil étroit est à refaire aujourd'hui. La construction fut prescrite en matériaux durs, en meulière, avec radier uni et imperméable en ciment. A des distances moyennes de 100 mètres, on ménagea des trappes de regard de $0^m,60$ permettant la descente facile des ateliers de curage, et la ventilation pendant le travail.

Les bouches d'égout. — On fit un changement plus important, ce sont les bouches sous trottoirs, substituées aux grilles, espèces de puits béants mis jusque-là aux points bas des ruisseaux.

Ces grilles se paillassonnaient par les fumiers et les ordures descendus avec les courants, et alors il n'y avait plus passage ni pour l'eau ni pour l'air. La bouche devenue un orifice vertical à large déversoir formé par une bavette en granit, dévore le flot qui tombe sans que rien s'arrête et en entraînant un fort et utile courant d'air.

Grâce aux tranformations rapides des chaussées fendues en chaussées bombées, enveloppant des îlots lavés et drainés, le réseau souterrain, parti de 40 kilomètres en 1830, était déjà de 200 kilomètres en 1840, et grandissait chaque année.

III. LES VOIRIES

Suppression de Montfaucon. — Commission de 1835. — Les voiries méritaient d'être profondément modifiées, car les bassins de Montfaucon étaient quelque chose d'affreux.

En 1832, M. Gisquet, alors préfet de police, voulut s'en rendre compte par lui-même. Il y trouva des gens qui, dans ces lacs de vidanges, repêchaient des poissons morts qu'on servait aux barrières. Plein du désir de changer ce hideux état de choses, il consulta le conseil de salubrité et lui demanda des études dont Parent-Duchâtelet devint encore l'âme, et dont il fut en 1835 le rapporteur.

Montfaucon ne pouvait subsister; mais comment le remplacer? — Par le progrès des habitudes de propreté, l'usage de l'eau dans les ménages, les cuvettes hydrauliques, les water-closets, les bains à domicile remplissaient rapidement les fosses devenues étanches. Il n'y avait pas 1/10 de matières solides dans les liquides qu'on vidangeait à Paris, et qu'on versait aux Buttes Chaumont.

Au lieu d'un cube de 50 mètres qui était le chiffre en 1790, on était en face d'un apport journalier de 250 à 300 mètres cubes, destiné probablement à doubler.

Fallait-il songer à créer une marine qui n'aurait eu à amener que de l'eau à Bondy?

« Si le précédent des voiries n'existait pas, n'était-il pas évident, disait le rapport, que Paris ferait comme Londres et enverrait tout à l'égout et à la rivière? Mais il ne faut pas perdre de vue les besoins de l'agriculture, et on peut les satisfaire, dès

qu'on adopte le système diviseur qui sépare les solides et les liquides. Les liquides, dilués et ainsi rendus inoffensifs, iront en Seine ; les solides désinfectés deviendront la matière de fabrication des engrais. »

Le conseil de salubrité de 1835 émettait l'avis que la solution radicale et économique du problème des vidanges consistait à introduire partout dans les maisons les cuvettes hydrauliques et le système diviseur devenu plus tard le système des tinettes-filtres ; il voulait qu'on autorisât l'écoulement des liquides aux égouts, et en même temps la libre disposition pour le propriétaire des solides désinfectés.

Pour appliquer ce programme, il eût fallu de l'eau dans toutes les maisons, des égouts dans toutes les rues, et l'on en était encore bien loin. Aussi revint-on à l'idée d'envoyer à Bondy, par le procédé le plus rapide, les liquides qu'il fallait cesser de verser à Montfaucon.

Dépotoir de la Villette. — C'est alors que M. Mary, observant avec sagacité qu'on pourrait étendre aux eaux troubles les moyens mécaniques déjà appliqués aux eaux claires, fit, après de vives contestations, adopter le projet d'une conduite de 10 kilomètres destinée au transport des vidanges entre Paris et Bondy.

C'est la solution du dépotoir de la Villette, lequel, proposé dès 1842, approuvé en 1845, s'ouvrait en 1849 et remplaçait enfin le hideux Montfaucon.

Le dépotoir avait à recevoir en citerne les arrivages de tonnes remplies chaque nuit aux fosses des maisons particulières. Des pompes à vapeur devaient produire l'aspiration à la Villette et le refoulement jusqu'aux bassins de Bondy. Le mouvement des matières épaisses dans cette conduite, qu'on comparait à une longue seringue de 10 kilomètres, paraissait impossible ou ridicule. L'administration eut la fermeté de soutenir l'ingénieur, M. Mary, qui risquait son nom et son avenir. Quand vint

l'épreuve, le résultat fut un succès. Les résistances de frottement dans la conduite, au lieu d'être excessives, ne dépassaient pas 1 mètre par kilomètre, ou une atmosphère de pression pour franchir la distance de 10 kilomètres, dans un tuyau de $0^m,30$: c'était presque la perte de charge que l'eau aurait dû subir dans les mêmes conditions.

Le dépotoir de la Villette, lavé, éclairé, ventilé, planté par les soins de M. Mille, devint une usine ordinaire au milieu d'un quartier industriel. Et pourtant les citernes recevaient dès le début près de 800 mètres cubes de vidanges par nuit, cube qui plus tard s'éleva jusqu'à 2000 mètres cubes. Une excessive propreté fut l'arme du succès.

Cette lutte contre l'infection et l'ordure fut pour celui qui écrit ce livre la cause de direction de ses études. Il crut dès lors avec foi que l'eau, l'air, la culture devaient vaincre l'insalubrité partout.

Désinfection. — Il reste à parler de la désinfection et des usines. Le sulfate de fer, quand pour la désinfection la couleur est indifférente, le chlorure de zinc, quand on veut des liquides de teintes moins sales, sont, avec une addition de poudre charbonneuse, les agents les moins chers et les plus employés. Un préfet de police qui fit beaucoup pour la salubrité, M. Carlier, après des essais répétés devant lui, prit à cœur la désinfection, crut qu'elle allait remédier au mal et rendit en 1850 et 1851 des ordonnances qui prescrivaient la désinfection préalable des fosses, permettaient d'écouler aux ruisseaux les liquides et d'emporter les solides aux voiries particulières moyennant un droit de 1 fr. 25 c. par mètre cube perçu au profit de la Ville.

On profita d'abord de ces mesures de tolérance, car en 1853 sur 300 000 mètres cubes représentant l'ensemble des vidanges de Paris, l'écoulement aux ruisseaux compta pour un tiers, pour 100 000 mètres cubes ; mais bientôt les plaintes s'élevè-

rent contre l'infection et la couleur des ruisseaux, et il fallut interdire les écoulements de liquides à ciel ouvert.

Mais il y avait un pas de fait.

Le droit de prise des matières de vidanges, le monopole qui jusqu'ici existait au profit de la Ville, se trouvait remplacé par un régime de libre disposition au profit des extracteurs, moyennant des garanties de désinfection préalable, et l'acquittement d'une taxe municipale.

Les industries chimiques. — Les compagnies de vidanges en profitèrent pour se compléter par des usines d'engrais traitant les matières récoltées dans la clientèle. Il y a partage des solides et des liquides, partage obtenu par le dépôt en citernes et la décantation. Les liquides sont distillés avec les appareils qu'emploie l'industrie pour la fabrication de l'alcool. Ici c'est le carbonate d'ammoniaque qu'on concentre, qu'on sature par l'acide sulfurique, et qui devient le sulfate d'ammoniaque dont les plaines de grande culture ont besoin.

Les parties solides, les matières pâteuses sont desséchées, pulvérisées, avec des appareils empruntés d'ordinaire à la sucrerie. Elles produisent un guano qui peut aussi s'expédier au loin.

Les usines ont formé autour de Paris un cercle d'investissement, et comme leurs fours ne savent pas brûler les ammoniaques composées qui s'échappent par les cheminées pendant le traitement à chaud, le mauvais air descend avec les vents tournants sur presque tous les quartiers. Nous retrouverons plus tard les malaises et les plaintes du public.

Résumé de la période. — En résumé, si la période de 1800 à 1830 a donné les canaux de navigation et le port de commerce de la Villette, la période de 1830 à 1850 eut le mérite de faire l'amélioration de la rue, l'amélioration de la maison ne se discutant pas encore.

La révolution des trottoirs transforme les voies publiques. La chaussée fendue avec ses revers coupés de ruisseaux, avec son caniveau central éclaboussant les passants, avec ses grosses bornes de refuge, fait place à la chaussée bombée, unie, régulière, sans cassis, offrant aux voitures et aux piétons une circulation distincte.

Les eaux de distribution de l'Ourcq, amassées à l'aqueduc de ceinture, traversent les diamètres de la cité, en alimentant le réseau des conduites secondaires. A l'extrémité des lignes maîtresses, elles montent à des réservoirs d'épargne qui emmagasinent tout ce qui ne se dépense pas d'un apport de jour et de nuit.

Grâce à ces réserves, on peut en tête de chaque îlot de maisons poser une borne-fontaine qui, coulant avec force une ou deux heures par jour, lave par des chasses les ruisseaux et emporte vers la bouche d'égout les eaux ménagères sorties des habitations et les eaux qui ont nettoyé la chaussée.

La canalisation du sous-sol commence avec un réseau d'affluents qui jettent à l'égout de ceinture ou directement en Seine la masse des eaux sales : c'est le « tout à la rivière », pratiqué dans l'intérêt de la voie publique. D'ailleurs, les galeries, encore étroites, sont réglées de largeur, de hauteur, de pente ; elles ont le lavage et la ventilation.

Enfin, Montfaucon a disparu : les pompes à vapeur du dépotoir refoulent les matières jusqu'à Bondy, et les compagnies de vidanges s'essayent au traitement industriel pour devenir des fabriques d'engrais.

Est-ce suffisant ? Non certainement : les grands travaux de l'époque qui suit le prouveront. Mais le service était centralisé, ordonné, mis en train ; les éléments d'une solution rationnelle se discernaient. On le devait surtout à M. Emmery, et l'on ne saurait oublier son nom.

QUATRIÈME PÉRIODE

Le second Empire (1850-1870).

I. LES EAUX

LES EAUX DE SOURCE

Situation après 1848. — Après la révolution de 1848, quand le gouvernement du second Empire confia l'administration de Paris à la haute intelligence et au travail puissant de M. Hausmann, des besoins nouveaux de salubrité avaient surgi par suite de deux faits importants, l'apparition du choléra et le développement des chemins de fer.

L'hygiène. — Le choléra, qui s'était montré d'abord en 1832, puis en 1849, avait frappé les populations comme la peste au moyen âge. On avait compris qu'on ne le combattrait qu'avec une hygiène meilleure des villes et des habitations, qu'avec de l'eau, de l'air pur et de la propreté.

A Paris, un premier pas vers le progrès de la salubrité des rues se fit par le décret de 1852, qui prescrivait les trottoirs, la peinture des façades, et l'écoulement souterrain des eaux pluviales et ménagères, partout où l'égout public aurait été construit : c'était dire qu'il y aurait un égout dans toutes les rues. On accordait d'ailleurs dix ans de délai aux propriétaires pour s'exécuter.

Les chemins de fer. — L'influence des chemins de fer, plus forte encore, amenait la réforme des voies de circulation.

Les chemins de fer ont à peu près pour date de naissance en France la loi de 1842, qui donnait à l'État, comme nu-propriétaire, la charge d'exécution du corps des grandes lignes, et attribuait aux grandes compagnies, concessionnaires d'une exploitation à temps, les frais de la voie et du matériel roulant.

Un premier réseau s'organisa alors, mais, frappé par la crise qui suivit la Révolution de 1848, il eut besoin d'être relevé par le gouvernement de Napoléon III, et il prit un essor si rapide, si utile aux intérêts généraux, qu'il fallut dès 1854 l'augmenter d'un deuxième réseau.

Paris eut sept gares qui, nécessairement posées assez loin du centre, réclamaient des voies d'accès larges et faciles.

Plan de Paris. — Le plan de Paris fut alors remanié en suivant le principe géométrique qui l'a toujours dominé, un cercle traversé par ses diamètres.

La croisée de Paris, établie dès Philippe Auguste par les rues Saint-Honoré et Saint-Denis, devint le système de la parallèle au fleuve, la rue de Rivoli, avec la grande transversale du boulevard de Strasbourg prolongé sur la rive gauche jusqu'en haut de la montagne Sainte-Geneviève.

La ceinture des boulevards intérieurs, si animés sur leur largeur de 35 mètres, si chers aux étrangers et aux oisifs, fut doublée par la grande ceinture des boulevards extérieurs, mise à la largeur minima de 42 mètres, en renversant les murs d'octroi de Louis XV, et en reportant les limites de la Ville aux fortifications de 1840. Toutes les gares furent unies entre elles et avec le centre par des avenues qui, comme l'avenue de l'Opéra, ont sur 30 mètres de largeur, 16 mètres de chaussée et de doubles trottoirs de 7 mètres, largeur à peine suffisante au mouvement d'aujourd'hui. On augmentait la masse d'air et de lumière livrée au public en abaissant pour ainsi dire la hau-

teur des édifices riverains, en limitant la hauteur réglementaire à 20 mètres, quand la voie où passait la circulation était de 30 mètres.

Les plantations eurent lieu de toutes parts. Dès qu'un terrain pouvait être retranché de la voie publique, il devenait un square, un jardin de verdure, où vont se reposer et se distraire surtout les ouvriers et les enfants. Aux quatre extrémités, quatre grands parcs furent ouverts à la promenade pour les habitants trop enfermés dans leurs appartements du centre.

Le premier en date et en étendue, le bois de Boulogne, a fait école en Europe, et l'un des derniers, le parc Monceau, est une œuvre d'art.

Le mémoire du préfet en 1854. — Les grands travaux de la surface appelaient une transformation correspondante dans l'étage souterrain; elle fut préparée par le mémoire du préfet au conseil municipal en 1854. Le préfet constatait que Paris jouissait alors de 148 000 mètres cubes d'eau par jour, dont 104 000 par le canal de l'Ourcq, 41 000 par les machines de Chaillot, et 2000 par les sources du Nord et d'Arcueil. Cela semblait donner à une population d'un million d'âmes (l'annexion n'était pas encore faite) un chiffre de 147 litres par tête d'habitant. Mais l'eau d'Ourcq, qui perdait 2 mètres de charge sur la rive droite, 4 mètres sur la rive gauche, et qui partie de la cote 50 mètres montait à peine à la cote 47 mètres, n'arrivait pas au cinquième de la population dans les quartiers hauts, même en se bornant à une distribution à rez-de-chaussée, et échappait aux 2/5, presque à la moitié de la population, dès qu'il s'agissait d'une distribution aux étages.

« La qualité d'ailleurs était médiocre. L'eau d'Ourcq, fortement calcaire, marque 28 degrés à l'hydrotimètre. Chargée de matières organiques dues à la végétation du lit, elle était impropre aux usages domestiques, et ne convenait qu'au lavage des rues. Mais n'a-t-on pas sous la main l'eau de Seine, jusqu'ici

très acceptée, et qui, puisée par des machines à vapeur, peut franchir toutes les hauteurs, et en telle quantité qu'on voudra?

« Or ce qu'on recherche pour la table et pour les usages du ménage, c'est une eau pure, limpide et fraîche.

« La Seine, avec 18 degrés à l'hydrotimètre, peu calcaire, nullement séléniteuse comme les sources du nord, peut être reconnue pure; mais elle n'est limpide qu'en étiage; trouble pendant les crues, elle doit toujours être filtrée. La température d'ailleurs oscille avec les saisons; l'eau est chaude en été, glacée en hiver. Il n'y a que les sources qui d'elles-mêmes puissent présenter et réunir la pureté, la limpidité, la fraîcheur. On est donc amené à exclure les eaux de rivière et à leur préférer des sources, c'est-à-dire à refaire des aqueducs. Revenir aux aqueducs romains dans le siècle des machines à vapeur, n'est-ce pas barbare? Mais qui est barbare : est-ce celui qui, à force de charbon et de mécanisme, élève une eau qu'il faut filtrer et rafraîchir, ou celui qui par des aqueducs va chercher une eau pure, limpide, fraîche, arrivant d'elle-même aux robinets de la distribution?

« Comme conclusion, il fallait étudier si, dans le bassin de la Seine, on rencontrait des sources capables d'assurer à la population un approvisionnement de 100 000 à 140 000 mètres cubes en eau de source excellente, jaillissant à l'altitude de 80 mètres, et dominant ainsi tous les étages des hauts quartiers.

« Il fallait aussi se préparer à une double canalisation, l'une assurant la distribution des eaux de source à domicile et à toutes les hauteurs d'étage, l'autre laissée aux eaux de rivière qui garderaient le service public du lavage des rues, de l'arrosage des parcs, de la décoration des places par les fontaines monumentales. »

Les égouts. — « A l'égard des égouts, le décret de 1852 qui prescrit la suppression de l'écoulement à ciel ouvert des eaux pluviales et ménagères, avait posé le principe d'un égout dans

chaque rue, d'une ville souterraine répétant par son réseau la ville ouverte au plein soleil, au mouvement : on devait poursuivre une idée si juste. »

Les vidanges. — « Restaient les vidanges. Pouvait-on maintenir un service odieux de 200 lourdes voitures allant chaque nuit des fosses particulières au dépotoir de la Villette? Propriétaires et locataires d'ailleurs étaient en hostilité perpétuelle, parce que l'eau nécessaire au ménage et qui valait à peine 0 fr. 10 c. le mètre cube lorsqu'elle pénétrait dans la maison, coûtait 8 francs lorsqu'il fallait l'extraire de la fosse; c'était là le grand obstacle à l'extension de la clientèle des eaux.

« Aussi, sur 31000 maisons que comptait alors Paris, 6200 seulement avaient une distribution à rez-de-chaussée, et 140 une distribution d'étage. On ne pouvait pas encore, dans la crainte d'infecter les galeries, pratiquer comme à Londres la projection directe des vidanges aux égouts; mais si l'on adoptait les tinettes filtrantes, les liquides qui comptaient pour les 19/20 des matières s'écouleraient sans frais, et il n'y aurait plus qu'à enlever 1/20 de solides.

« L'utilisation il est vrai n'était pas satisfaite. Peut-être par une canalisation spéciale ou un mécanisme d'aspiration parviendrait-on à saisir les matières, et à les refouler vers les usines chargées de les convertir en engrais. Le problème pourrait ne pas être insoluble pour la science moderne.

« En résumé, dès qu'on entreprenait de réformer le service des eaux, on devait accepter la réforme des égouts et des vidanges, et ne pas perdre de vue que tous les organes qui constituent l'existence normale d'une grande ville doivent être cachés, comme les fonctions de la vie dans le corps humain.

« Tant de travaux à faire, disait le Préfet en finissant, tant d'habitudes à modifier, useront plus d'une génération d'administrateurs; mais le devoir est d'assainir et d'embellir Paris qui est le cœur de la France. »

Le Conseil municipal et le gouvernement acceptèrent les conclusions du préfet de la Seine; cette vaste entreprise de la réforme commença.

Les ingénieurs. — M. Haussmann choisit, pour exécuter la transformation de Paris, deux jeunes ingénieurs qu'il avait appréciés en province, MM. Alphand et Belgrand.

M. Alphand s'était fait remarquer dans l'ordonnance des fêtes de Bordeaux; il eut les squares et les percements. Il se trouva que l'homme de goût était aussi un administrateur éminent.

M. Belgrand avait construit à peu de frais pour la ville d'Avallon une distribution d'eau, dans laquelle un siphon de 88 mètres de flèche et un réservoir à voûte plate réussissaient avec des formes minces en ciment: il eut les eaux et les égouts.

Études géologiques. — M. Belgrand, au début de sa carrière, avait été témoin d'un phénomène qui l'avait vivement frappé: il avait vu, un jour d'averse violente, les terrains argileux du lias ruisseler partout d'inondation, quand les massifs calcaires de la Haute-Bourgogne dévoraient les eaux et gardaient leurs ravins presque à sec. Il en avait conclu qu'il y avait, au point de vue de la pluie, deux sortes de terrains : les uns *imperméables*, sur lesquels l'eau coulait comme sur des toitures pour alimenter les torrents; les autres *perméables*, à travers lesquels l'eau descendait pour remplir les réservoirs des sources.

Dès lors, la connaissance du sol à toute profondeur était nécessaire: « l'ingénieur devait être non seulement géomètre, mais géologue ».

Le mouvement qui, à l'époque de 1840, emportait les esprits jeunes vers la géologie, était parti de Cuvier. En publiant la description du bassin tertiaire de Paris, en reconstituant par l'anatomie comparée les animaux antédiluviens, en racontant la Genèse dans les révolutions du globe, Cuvier avait entraîné

les imaginations. C'était le temps où MM. Elie de Beaumont et Dufresnoy, chargés d'étudier ensemble la France, faisaient en dix ans 40 000 kilomètres à pied, et revenaient avec le monument de la carte géologique au 1/500 000.

Des travaux s'exécutaient partout en province, dans la chaîne des Pyrénées, comme sur les volcans éteints de l'Auvergne. M. de Caumont laissait l'archéologie religieuse pour faire la carte du bocage, de la plaine, et des pâturages normands; et il expliquait par la variété des formations les ressources de son pays.

M. Belgrand s'empara de la Bourgogne, puis du bassin de la Seine, et poursuivit sa première pensée d'appliquer la pluie au terrain, d'en déduire les conséquences d'écoulement.

Il était sur un sol qu'il avait pratiqué dès l'enfance; chasseur, marcheur, observateur infatigable, il dressa la statistique des formations qui l'intéressaient, les classa au point de vue de la pluie qui tombe, et découvrit peu à peu des lois aujourd'hui acquises à la science.

Carte du bassin de la Seine. — L'ensemble des recherches fut résumé par une carte coloriée donnant le cours de la Seine depuis sa source dans le Morvan jusqu'à l'embouchure au Havre. Les teintes géologiques sont celles de la carte de France, avec cette simple différence que la teinte reste plate sur les terrains imperméables, qu'elle est formée par des rayures sur les terrains perméables, de sorte qu'à vue on saisit les différences. Dans le cas des teintes plates, on sait qu'une averse produit un ruisseau à chaque pli de la surface : les cours d'eau y sont torrentiels; ils ont des crues violentes et de courte durée. Dans les terrains rayés, la pluie profite au réservoir souterrain, qui emmagasine et se décharge par les sources. Ici, la plupart des vallées sont sèches; les cours d'eau placés au fond des vallées principales sont tranquilles; ils ont des crues de longue durée, mais d'une élévation médiocre.

De cette théorie sortirent comme conséquences la prédiction des crues et le choix des sources.

Les crues. — C'est dans la montagne qu'il faut observer les affluents torrentiels. De leur gonflement, du temps qu'ils mettent chacun à descendre, comme de leur superposition simultanée ou successive dans le lit principal, viendra la connaissance de la montée d'inondation en plaine. Les affluents tranquilles arriveront à leur tour, mais en retard : ils soutiendront la crue du fleuve. Le phénomène se trouvera décomposé dans ses ondulations élémentaires, et la montagne pourra prédire à la vallée l'ondulation résultante qui la traversera en chacun des points menacés. Le service d'avertissement, organisé d'après ces principes, a été d'un extrême secours lors des inondations de 1855, 1866, 1876.

Sur la Seine, qui jouit d'un avantage naturel bien grand, les cours d'eau tranquilles tiennent les trois quarts du bassin : les torrents ne prennent que le quart. Il en résulte que les inondations d'hiver sont plus longues, mais moins brusques et moins désastreuses que celles de la Loire, tandis qu'en été les eaux de navigation persistent.

Les sources. — La géologie répondit encore à la question posée par l'administration municipale de 1855 : « Trouver des eaux pures, limpides et fraîches, susceptibles d'arriver d'elles-mêmes par la pente et sans machines à toute hauteur d'étage dans Paris. »

Il s'agissait d'un approvisionnement de 140 000 mètres cubes assurant à une population de deux millions d'âmes 70 litres, par tête et par jour, d'eau potable excellente.

Le bassin d'ensemble de la Seine unie à ses affluents, l'Yonne, la Marne et l'Oise, comprend une étendue de 73800 kilomètres carrés, dont 59000, c'est-à-dire les trois quarts, ont un sol perméable. Le nombre infini de sources qu'on y rencontre peut

se classer en quatre groupes séparés par quatre grands niveaux de terrains imperméables, qui enveloppent en gradins concentriques le pôle d'attraction du bassin de Paris :

1° Les marnes vertes sous les sables de Fontainebleau;

2° L'argile plastique sous les meulières de Brie;

3° La glauconie sous les craies blanches de Champagne;

4° Les marnes du lias sous la grande oolithe de Bourgogne.

Les essais des sources ont été tentés partout, et les eaux analysées par le procédé rapide de l'hydrotimètre, qui donnait la proportion des calcaires dissous, tandis que le goût suffisait à juger si la tourbe et les matières organiques avaient altéré la qualité.

En cherchant au plus près autour de Paris, on ne trouvait rien. Les eaux des marnes vertes, souvent lourdes et douceâtres à cause du plâtre qu'elles enlèvent à la lentille de gypse noyée dans le sol des environs, durent être rejetées. Elles avaient d'ailleurs été saisies par les propriétaires de villas ou les communes de la banlieue.

Sous les meulières de Brie se trouvaient de magnifiques sources, comme celles de Saint-Martin d'Ablois près Épernay; mais ces dernières étaient chères à leur excellent propriétaire, M. de Talhouët, qui en faisait jouir le pays, et on ne put les obtenir. On parvint pourtant à dériver de ces terrains l'aqueduc du nord, la Dhuys.

La craie de Champagne, très perméable, gardant la plus grande part des faibles pluies qui tombent à la surface, fournissait des sources très pures, abondantes et constantes. On réussit à y prendre l'aqueduc du sud, la Vanne, si justement aimée et recherchée aujourd'hui.

Quant aux belles sources de l'oolithe en Bourgogne, elles furent jugées trop éloignées : mais c'est à elles qu'il faudra s'adresser, quand les besoins croissants de la grande Ville exigeront qu'on double la distribution des eaux de source.

Notons que toutes ces eaux viennent de l'est; non pas que la

région de l'ouest en soit dépourvue; la craie de Normandie a de belles sources, qu'on jugeait en 1855 trop utiles à l'industrie, et qui depuis la crise de 1884 sont tombées de prix, et abordables aujourd'hui; l'Avre et la Voutzic seront probablement amenés.

L'importance des courants souterrains qui circulent sous les plateaux de Champagne et de Normandie s'explique aisément.

La pluie descend dans la craie fendillée et coule alors en nappe à pente forte sur un lit imperméable de sable vert ou de craie compacte; elle va au drain, qui est la vallée principale ou secondaire, toujours profonde, au-dessous du plateau; elle sort à gros bouillons, soit par les puits artésiens que présentaient les dépressions du sol supérieur, soit par les affleurements qui apparaissent au jour dans les tranchées naturelles des vallées.

Les noms sont significatifs; les mots Somme-Soude, Somme-Vanne, Somme-Puis marquent des points d'émergence, rappelant la fontaine de Vaucluse, tandis que le Bime ou l'Abîme, le Miroir, la Bouillarde signifient des fontaines artésiennes.

Revenons aux applications.

LE SERVICE PRIVÉ

La Dhuys. — On voulait deux affluents, l'un dominant les quartiers du nord, mal servis sur la rive droite, l'autre alimentant les quartiers du sud, sur la rive gauche : la Dhuys et la Vanne ont rempli ces conditions.

La Dhuys vient de la source de Pargny près Montmirail en Brie. Elle circule dans un aqueduc de 131 kilomètres, lequel n'a que $0^{m},10$ de pente et se développe sur les coteaux qui bordent la Marne. L'aqueduc apporte au réservoir de Ménilmontant à la cote 108 mètres, 20 000 mètres cubes par jour en eau limpide qui marque 23° à l'hydrotimètre.

La Vanne. — Les sources de la Vanne, au nombre de sept,

sont captées dans les environs de Sens, à la limite de la Champagne et de la Bourgogne. Elles arrivent par les vallées de l'Yonne et de la Seine, au moyen d'un aqueduc de 2^{m},10 de diamètre, de 171 kilomètres de longueur, et de 0^{m},18 de pente moyenne par kilomètres. Elles franchissent les vallées au moyen de gros siphons de fonte de 1^{m},10 de diamètre, la plus forte dimension encore connue, ou par des ponts évidés en arcades à jour, où les nervures de la construction ont l'épaisseur limite de la résistance aux charges. Elles remplissent à la cote 80 mètres un vide de 300 000 mètres cubes, ménagé à Montrouge dans des réservoirs couverts par des voûtains de briquettes légères comme des ressorts. L'eau de Vanne tombe en un flot de 100 000 mètres cubes par jour; elle est d'une limpidité bleue comme l'eau qui sort des glaciers; elle marque de 17 à 20° à l'hydrotimètre, proportion favorable pour qu'elle n'incruste pas les conduites et qu'elle convienne à l'alimentation et aux usages domestiques. Enfin, fraîche à la source, elle arrive fraîche aux réservoirs. Elle n'a pas plus de 14° dans les chaleurs d'été, pas moins de 8° dans les froids d'hiver.

LE SERVICE PUBLIC

Voilà donc une dotation de 120 000 mètres cubes faite aux usages domestiques en eau de qualité supérieure. Le service public par les eaux de rivière eut sa part de progrès. L'usine hydraulique de Saint-Maur, à la bouche de Marne, devint une annexe de force motrice capable de puiser en Marne 60 000 mètres cubes qui sont refoulés au réservoir de Ménilmontant pour les besoins des quartiers hauts de la rive droite.

En outre, deux usines hydrauliques moins importantes, Trilbardou et l'Isle-les-Meldeuses, eurent pour travail de monter de l'eau de Marne dans le canal de l'Ourcq pendant les mois chauds et les sécheresses, de manière à porter à 125 000 mètres cubes l'approvisionnement disponible de ce côté.

Double canalisation. — Une mesure hardie avait d'ailleurs donné sécurité entière au service privé : on avait adopté le principe d'une canalisation spéciale isolant les eaux pures des sources d'avec les eaux suspectes des rivières, et garantissant la colonne montant aux étages contre les abaissements brusques qui se produisaient, dès qu'on ouvrait les orifices de lavage des ruisseaux ou d'écoulement aux fontaines monumentales. La séparation permit aussi l'intervention commode de la Compagnie des eaux, agence financière chargée de tous les rapports avec les abonnés.

Résumé. — En finissant, notons la lutte ardente qui s'établit entre les défenseurs de la Seine et les promoteurs de l'idée des sources.

Abandonner la Seine qui passait aussi au milieu de Paris et qui depuis des siècles fournissait aux habitants une eau qui leur plaisait, quoiqu'il fallût la filtrer et la rafraîchir, lui substituer une eau qu'on allait chercher en Champagne, presque à 200 kilomètres, cela paraissait un paradoxe, une erreur économique. L'administration, le Conseil municipal, présidé par un des grands noms de la chimie, M. Dumas, soutinrent la solution théorique, la plus chère, mais la meilleure, et aujourd'hui l'on apprécie les qualités d'une eau qui est servie pure, limpide et fraîche sur la table, sans avoir traversé un seul appareil.

L'eau de la Vanne mérite l'épithète romaine que lui appliquait son donateur Belgrand : *Splendore et rigore gratissima;* — sa limpidité de cristal et sa fraîcheur la rendent délicieuse.

II. LES ÉGOUTS

Plan d'ensemble. — Les ingénieurs de 1841 avaient donné à Paris le bienfait des chaussées à trottoirs et du lavage des ruisseaux; mais la réforme était encore incomplète. Les eaux sales, sortant de la maison par les gargouilles, s'étalaient jusqu'à l'ouverture des bouches, infectes en été, glacées et glissantes en hiver. De plus, on n'avait remédié à l'insuffisance du grand égout de ceinture qu'en ouvrant à ses affluents des débouchés en Seine, et la rivière, dans son parcours à travers la ville, était noircie d'immondices. Une première mesure en faveur de la propreté des chaussées avait été prise par le décret de 1852, obligeant dans le délai de dix ans les propriétaires à faire couler souterrainement leurs eaux dans toutes les rues pourvues d'égouts, prescriptions qui forçait l'administration au réseau public du drainage.

A l'égard de la Seine, le percement de la rue de Rivoli, entre le Louvre et l'Hôtel de Ville, avait à la même époque fourni l'occasion de construire un égout latéral interceptant les affluents avant leur sortie en rivière. M. Dupuit, qui l'avait projeté, y avait introduit d'excellentes dispositions. La galerie avait pris une ouverture, fort grande alors, de 2ᵐ,40. A la faveur de ce diamètre, deux conduites d'eau circulaient aux naissances de la voûte, tandis que le radier devenait une cunette de 1ᵐ,20 bordée par des banquettes de 0ᵐ,40. Sur les arêtes, des fers de cornière mettaient au-dessus du vide de la cunette une véritable voie de 1ᵐ,20, livrée à des wagons, et ces wagons possédaient une vanne qui, descendue dans le courant, lui faisait

obstacle, était poussée par lui, et laissait passer par-dessous une lame d'eau qui affouillait les dépôts du radier. En outre, M. Mille avait rapporté de Londres, après l'exposition de 1851, le type ovoïde que construisent les Anglais, et l'avait reproduit et agrandi dans des parois coulées en béton de ciment.

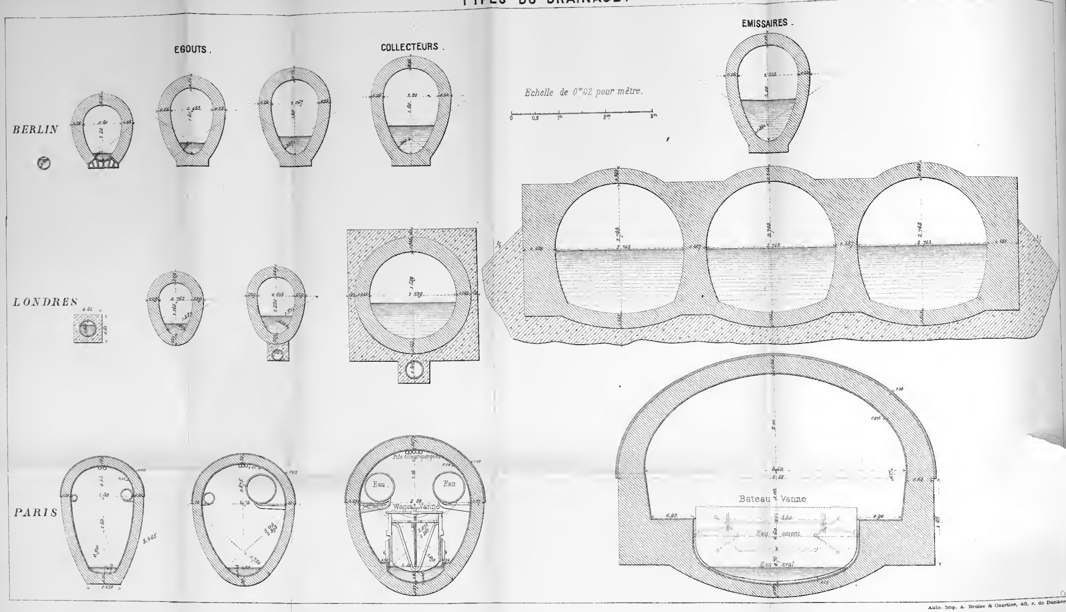
Voilà les éléments que M. Belgrand trouva devant lui quand le préfet de la Seine, en 1855, lui demanda un plan d'ensemble de la canalisation, sous la condition de mettre en galeries toutes les conduites de distribution.

Que fallait-il faire? Devait-on abandonner les vieux égouts dont les radiers trop bas étaient inondés et envahis aux moindres crues de la rivière? Devait-on avec une pente insuffisante prolonger l'égout de Rivoli au delà de la place de la Concorde, là où il débouchait, pour déshonorer les splendeurs de la ville, et pour gâter encore davantage l'eau puisée par les machines de Chaillot?

Au milieu de ces embarras, un trait de lumière montra qu'on pouvait couper court, et s'enfoncer sous le cap qui contourne la Seine entre Auteuil, Boulogne et Neuilly. En profitant des percements existants ou prévus, en acceptant un souterrain sous les Batignolles, on portait l'embouchure au pont d'Asnières, on remplaçait par un tunnel de 5 kilomètres un méandre de 20 kilomètres; on gagnait $1^{m},70$ de pente, on affranchissait non seulement le Paris des affaires, mais le Paris du luxe, les Champs-Élysées, le bois de Boulogne.

Cette décision prise, les grandes lignes d'ensemble étaient fixées. On posait sur les quais deux collecteurs larges et profonds, qui remplaçaient la rivière. Le collecteur de la rive droite joignait à la Madeleine la tête de l'émissaire d'Asnières. Le collecteur de la rive gauche traversait la Seine en siphon, au pont de l'Alma, pour verser au grand courant, et ne donner qu'une seule bouche, la plus éloignée possible, aux eaux d'égouts. L'unité pourtant n'existait qu'aux 4/5 de la superficie totale. Un dernier 1/5, celui des quartiers indus-

TYPES DU DRAINAGE.



Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 43, r. de Dunkerque

triels de la Villette, dut avoir un collecteur spécial qui tombe à Saint-Denis.

Ainsi un tronc et des rameaux puissants, des branches remontant partout, se multipliant pour livrer sous chaque rue, sous chaque maison une voie d'écoulement, tel était le réseau. La ville souterraine allait répéter la ville de la circulation et des habitations.

Les types. — Restait le choix des types. — Hugues Aubriot, le prévôt des marchands qui fit voûter l'égout découvert de la rue Montmartre, avait donné une toise de largeur rectangulaire à sa galerie. Ses successeurs, par routine, imitèrent ce premier modèle. L'égout du Pont-aux-Biches, de 70 toises de longueur, reçut le débouché d'une toise. Le grand égout de ceinture n'avait pas davantage avec 3100 toises de parcours. Il en résultait que les égouts courts et recevant peu d'eau s'engorgeaient d'ordures, faute de vitesse, tandis que les égouts longs et qui recevaient beaucoup d'eau s'emplissaient et inondaient les quartiers bas à chaque averse. Les ingénieurs de 1840 discutèrent déjà les dimensions des galeries : ils les firent proportionnelles aux surfaces des bassins à drainer. Mais comme leurs lignes, cherchant vite la rivière, avaient peu de longueur, les trois types qu'ils adoptèrent restèrent étroits.

Alors les ouvertures furent de $0^m,60$, $0^m,90$, $1^m,10$, avec parois rectilignes inclinées en trapèze ; la hauteur fut celle d'un ouvrier pouvant se tenir debout.

Quand il s'agit de poser en galeries toutes les conduites de la distribution, lesquelles avaient parfois de $1^m,10$ à 1 mètre de diamètre, il fallut songer à des sections autrement spacieuses. Le type ovoïde s'y prêtait ; il fut appliqué aux sections moyennes, en portant les grandes sections jusqu'au cercle et à l'ellipse.

L'échelle des types fut fixée et comprit 12 numéros. Le type le plus petit, le nº 12, a $1^m,30$ de largeur sur $2^m,30$ de hauteur. Il admet deux conduites d'eau de $0^m,10$ aux naissances, des fils

électriques au sommet, et sur les côtés des branchements de $1^m,30/2^m,30$ chargés d'aborder chaque immeuble, pour lui porter les tuyaux et les fils de la distribution, et en recevoir les eaux pluviales et ménagères.

Le collecteur des quais, latéral à la rivière et la remplaçant, a l'ouverture de 4 mètres. Il comporte une cunette de $2^m,20$, le long de laquelle l'ouvrier circule sur deux banquettes tandis qu'un wagon-vanne roule sur les rails de cornière, poussé par le courant qu'il contrarie et qu'il force au dragage du fond.

Collecteur général. — L'émissaire d'Asnières descend dans une ellipse de $5^m,60$ de diamètre sur $4^m,40$ de hauteur. Cette belle courbe contient un canal de $3^m,60$ de largeur, avec double banquette de $0^m,40$. Ici c'est un bateau qui porte la vanne et qui utilise la puissance motrice d'un courant de 3 mètres cubes. La galerie a été pratiquée à 20 mètres sous le chemin de fer de la gare Saint-Lazare, et en plein dans les sables noyés par la nappe des puits ; c'est le plus grand égout qui existe : la *Cloaca maxima* de Tarquin à Rome vient après avec 4 mètres d'ouverture.

La jonction du réseau d'assainissement de la rive gauche avec le système de la rive droite s'opère au moyen d'un double siphon de 1 mètre, noyé dans le fond de la Seine, au pont de l'Alma, et ingénieusement nettoyé par une boule qui traverse en heurtant les parois.

Les curages. — Le curage fut dès lors profondément modifié.

Dans le principe, les égouts n'étaient nettoyés que par les averses, et ils répandaient d'insupportables odeurs. On se rappelle la lutte des rois de France au seizième siècle contre le prévôt des marchands : les rois voulaient écarter du palais des Tournelles l'égout Saint-Antoine allant au fossé de la Bastille ; le prévôt tenait à défendre l'air que respiraient les riches bour-

geois des Halles et de la rue Saint-Denis. — On se contenta longtemps de curer une fois l'an les égouts qui excitaient les plaintes les plus vives. L'institution du bureau de police (1666) fit donner plus d'attention à la propreté de la Ville, et au siècle suivant Turgot, réalisant une idée de Colbert, tentait de nettoyer le grand égout par des chasses. Mais quel secours pouvaient assurer les sources de Belleville qui ne rendaient pas 400 mètres cubes par jour? Ce n'est que sous le premier Empire, avec la création de la préfecture de police et l'arrivée des eaux de l'Ourcq, que le service d'entretien s'organisa. On comptait alors 30 kilomètres de longueur de galeries et l'on attacha au curage régulier un personnel de 24 ouvriers. C'est ce que trouva Parent-Duchâtelet lors de son étude de 1825. Le service exigeait d'extrêmes précautions. Les matières, boues, fumiers, débris de cuisine, vidanges, se déposaient en route, formaient barrage et fermentaient. Il s'en dégageait l'acide sulfhydrique qui donnait le plomb, l'acide carbonique qui asphyxiait, l'ammoniaque qui causait l'ophtalmie.

Avec le réseau modifié par les ingénieurs de 1830, les ouvriers eurent à leur disposition l'eau d'Ourcq, de l'air par les trappes et une circulation possible dans les galeries de 2 mètres de hauteur. L'insalubrité dimiuua.

Le réseau des larges galeries introduites par l'administration de 1860 améliora beaucoup les conditions du travail et reçut un personnel nombreux, surveillé, hiérarchisé. En 1865, pour un développement de galeries atteignant 290 kilomètres, on comptait 250 ouvriers, avec un état-major de 26 chefs ou surveillants; le curage devenait de plus en plus une opération mécanique.

Procédés de curage. — Le réseau souterrain est formé de galeries ovoïdes, branchées sur des collecteurs à banquettes et à cunettes profondes, dans lesquelles travaillent des wagons ou des bateaux-vannes. Les égouts de petit type ($1^m,30/2^m,50$)

reçoivent par les bouches, les boues et les sables des chaussées pavées et macadamisées, par les branchements particuliers, les eaux de toiture et de ménage des habitations.

Beaucoup d'ordures, souvent même des vidanges y sont jetées clandestinement, et il se fait sur les radiers des amas irréguliers de matières organiques et minérales.

Le curage commence au rabot dans les petites galeries, en profitant de l'eau qui a lavé les ruisseaux de la voie publique; on livre à emporter les vases et les corps légers susceptibles de flotter à la surface ; on entame alors les sables et on les pousse jusqu'au collecteur le plus proche : là le travail s'achève avec la vanne des wagons et des bateaux.

La vanne de curage. — La vanne est un outil d'affouillement, manœuvré par le courant du collecteur. Elle a la dimension exacte de la cunette de 1m,20 ou de 3m,50 dans laquelle on la descend. Quand elle est plongée en avant du bateau ou du wagon, elle barre le passage, et oblige les eaux à produire un remous, un gonflement de 0m,30 environ. Sous cette faible charge jaillissent, par le vide qu'on laisse au fond, des lames d'eau torrentielle qui attaquent les dépôts du fond. Les amas de sable partent en débris successifs qui vont se déposer plus loin, et fuient devant la vanne mobile, comme voyagent les dunes sous l'action du vent. Seulement le mouvement est lent, il faut quinze jours environ pour que le bateau puisse nettoyer les 5 kilomètres de l'émissaire d'Asnières. Les bancs de sable, ainsi forcés à la descente, ont parfois 150 mètres de longueur; ils viennent tomber à l'embouchure en Seine, où les reprennent les bateaux dragueurs de la rivière.

Au siphon de l'Alma, l'outil du curage est une boule creuse en fer, flottant sans remplir le plein diamètre des conduites. Lancée dans le courant, qu'elle obstrue, la boule heurte en va-et-vient les parois et force les ordures à s'en détacher et à fuir devant elle.

Les trains de plaisir. — Cette transformation d'un service réputé jusque-là repoussant frappa vivement l'attention publique. Les égouts devinrent une des merveilles de la capitale. Il fallut organiser des trains de plaisir pour montrer aux curieux la ville souterraine. Pas un étranger de distinction, pas un souverain ne venait à Paris sans demander la faveur d'une descente aux égouts, et chacun en sortait plein d'admiration pour la Ville, l'administration et l'ingénieur.

III. LES IRRIGATIONS

La Seine. — Nous avons vu Paris débarrassé des eaux d'égout qui, réunies, tombent en Seine à Asnières et à Saint-Denis. Mais le progrès ne s'obtient qu'aux dépens de la banlieue : le fleuve est sali par un affluent de boue qui suit la rive de villégiature d'Épinay, de Croissy, et ne disparaît qu'à Mantes. Y a-t-il un remède au mal ? peut-on exonérer la banlieue d'un pareil régime ?

Vidanges. — D'un autre côté, les vidanges ont aggravé la situation. Il avait fallu renoncer au projet qui leur donnait une canalisation spéciale sous les banquettes des collecteurs. Le mouvement eût exigé des machines d'aspiration ou de refoulement jusqu'à des usines qui ne savent pas encore travailler les matières sans infecter l'air de leurs alentours.

Alors, pour diminuer les charges du propriétaire, on autorisa, par l'arrêté de 1867, l'écoulement des eaux-vannes à l'égout public, dans toute maison qui aurait un abonnement aux eaux de la Ville, et qui serait pourvue d'un branchement d'égout. L'appareil diviseur dut être accepté par l'administration, qui perçoit un droit de 30 francs par chute. C'est le système des tinettes-filtres, adopté dans les constructions neuves en attendant la permission de la perte directe. Les égouts, d'ailleurs, reçoivent déjà les urines de la voie publique.

Engrais flamand. — A l'égard des voiries, des tentatives eurent lieu pour l'application directe à la culture des matières sortant des fosses, et expédiées du dépotoir sur Bondy.

La ferme de Vaujours, sur les bords du canal de l'Ourcq, dut servir de modèle. Dirigée par M. le professeur Moll, soutenue par une société subventionnée, elle recevait par bateau l'engrais liquide qui était distribué à la lance sur des terrains préparés en culture fourragère et céréale. — Vaujours fit des imitateurs, mais ne réussit pas.

On alla plus loin. Un constructeur de la Villette, M. Gargan, eut un train de wagons-citernes que la compagnie de l'Est lui permit de faire circuler sur le réseau de la Champagne, là où la craie est à nu et le sol sans engrais. Des réservoirs étaient établis dans les gares, et le cultivateur venait y remplir ses tonneaux d'arrosage. Mais le prix de 3 à 5 francs par mètre cube pour des matières portées à 200 kilomètres ne couvrait pas les frais. L'entreprise s'arrêta. On restait donc à Bondy avec la fabrication des engrais de poudrette par la dessiccation des solides, et la production des sulfates d'ammoniaque par la distillation des liquides, procédés qui empoisonnent les environs.

Missions. — Pour savoir comment on pouvait utiliser les eaux d'égout, l'administration voulut connaître ce qui se faisait à l'étranger, et M. Mille reçut des missions successives pour l'Angleterre, l'Italie et l'Espagne.

L'Angleterre. — L'Angleterre avait étudié avec passion la réforme de l'assainissement. Le conseil supérieur de salubrité, le *Board of health*, dirigé par l'esprit théorique et hardi de M. Chadwick, avait mis en lumière le principe d'une circulation comparable à celle du corps humain. L'eau pure devait traverser la maison, en emportant tous les débris susceptibles de vicier l'air qu'on respirait; elle devait fuir sans arrêt dans l'égout, puis se répandre en irrigations sur un sol cultivé, dont elle deviendrait la fumure et où elle serait revivifiée. Les environs d'Édimbourg fournissaient depuis un siècle une preuve à l'appui : des sables marins, stériles, avaient été arrosés avec les eaux

d'égout contenant les liquides des water-closets, et ils étaient devenus les *Craigentinny meadows*, prairies qui donnent cinq coupes de nourriture verte aux vaches alimentant de lait et de crème les meilleures familles.

Milanais. — En Italie, l'exemple datait du moyen âge. Les moines compagnons de saint Bernard avaient eu l'idée de dériver sur leurs terres de Chiaravalle (Clairvaux) les eaux de la Vettabia, formées par les égouts de Milan. Les ingénieurs, les paysans lombards avaient amélioré le modèle des moines, et il en était résulté 1500 hectares de prés-marcites, admirablement travaillés, rendant huit coupes par an, nourrissant trois têtes de bétail par hectare, et formant l'appui des grandes fermes qui, dans le Milanais, fabriquent le fromage de Parmesan.

Valence. — En Espagne, on avait les irrigations célèbres de la Huerta de Valence. C'est une plaine de 10000 hectares, comprise entre les montagnes d'où sort le Xucar, pris en entier par les arrosages, et la Méditerranée éclatante de soleil. Cette plaine, féconde parce qu'elle est aménagée avec perfection, se répartit entre sept syndicats. L'un d'eux, celui de Rusafa, a pu s'attribuer les eaux des égouts de Valence, et il est devenu le plus riche; il n'a ni fumier ni guano à acheter ; il produit sans autres frais que le travail, les fruits, les légumes, le chanvre, la soie.

Le projet de 1865. — M. Mille résuma les enseignements rapportés de l'étranger par un projet de distribution des eaux d'égout, projet remis en 1865, et qu'il est curieux d'examiner parce qu'il ouvrit la voie.

On avait au barrage des îles de Neuilly une force motrice de 1400 chevaux qu'on pouvait utiliser au moyen des roues turbines de M. Girard. Des 2 mètres cubes par seconde, débit supposé du collecteur d'Asnières, on pouvait faire deux parts :

1 mètre cube irait en service bas dans la plaine de Gennevilliers; 1 mètre cube, poussé en service haut, monterait au plateau de Pierrelaye. On avait donc, comme pour les lignes de Rouen et du Havre, la route d'en bas par la vallée de la Seine, la route d'en haut par les plateaux normands. On rencontrait le terrain perméable des grèves d'alluvion et du calcaire grossier, en même temps qu'une région habituée aux boues de Paris, lesquelles seraient apportées à pied d'œuvre par les canaux d'arrosage.

La dépense allait à 10 millions; en regard, si l'on admettait que le *tout à l'égout* serait plus tard accepté à Paris comme il l'est à Londres, on avait 240000 chutes, payant chacune 30 francs, matière imposable capable de fournir de 4 à 7 millions par an, et de couvrir les frais de construction et d'exploitation.

Commision de 1866. — Une commission fut réunie sous la présidence de M. Dumas, le maître en chimie, alors président du conseil municipal. Dès le début, il y eut division : les représentants de l'agriculture acceptaient comme un bienfait l'irrigation, ressource si habilement employée dans le Midi et qui manque à la culture des environs de Paris. En sens inverse, les représentants de la propriété redoutaient les odeurs qui sortiraient des canaux et des rigoles. Cela n'aboutirait-il pas à déplacer l'infection, à l'enlever de la Seine pour l'étendre sur la plaine? M. Belgrand, contrarié qu'il y eût quelque chose à ajouter à ses grands travaux, niait qu'on pût compter sur une clientèle d'arrosage. « La conduite de retour de Bondy, disait-il, contient des liquides autrement riches que les eaux d'égout; elle traverse 8 kilomètres de plaine, et pas un cultivateur n'y puise d'engrais. »

C'est alors que M. Lechâtelier, qui, au milieu de ses nombreuses occupations, avait secondé M. Sainte-Claire Deville dans la recherche de l'aluminium, proposa d'épurer les eaux d'égout par l'alumine. En Égypte, aux Indes, on clarifie les

eaux troubles en jetant de l'alun dans les jarres. Transporter ce procédé de ménage à des liquides noirs, à des quantités qui seraient de 2 à 300 000 mètres cubes par jour, c'était une idée hardie. M. Lechâtelier, aidé de M. Léon Durand-Claye, prouva qu'on réussissait avec des quantités insignifiantes de réactif, 1/10 000 de la masse des eaux. M. Dumas lui-même répéta l'expérience devant la commission, transforma de suite de l'eau noire des égouts en eau blonde et opaline. La commission en conclut qu'elle avait là un second moyen qui trouverait sa place, si l'irrigation, acceptée en été, était refusée en hiver. On pourrait alors épurer par l'alumine, garder les boues comme terres d'engrais, et écouler en Seine des eaux clarifiées et limpides. Mais, avant de se prononcer, il fallait des essais sur une échelle réelle, et l'on vota un crédit d'expérience de 100 000 francs, destiné à la comparaison qui s'établirait entre les deux procédés de l'irrigation et de l'épuration, appliqués dans tous les temps, par toutes les saisons, pendant une année entière.

Essais de 1867 *à* 1869. — La direction des essais fut offerte à M. Belgrand, qui refusa parce qu'il ne croyait pas au succès. Elle fut confiée alors à MM. Mille et Durand-Claye, unis dans une même foi à l'égard de l'irrigation. Il y avait d'abord à reconnaître quel était le régime des collecteurs, la masse et la composition de leurs eaux. Ces bases une fois déterminées avec certitude, il fallait apprécier la valeur des deux procédés d'épuration, l'un agricole, l'autre chimique. Devait-on préférer l'un à l'autre, ou les combiner et les employer ensemble?

Collecteurs. — Des jaugeages furent répétés avec soin pendant les deux années de 1868 et 1869, et les observations constatèrent des vitesses variables, comme la marée, aux différentes heures de la journée, vitesse maxima vers midi, minima vers minuit, en raison des besoins divers des services public et privé.

On reconnut qu'il y avait en moyenne chaque jour 260 000 mètres cubes, dont 220 000 à l'émissaire d'Asnières, et 40 000 au collecteur de Saint-Denis ; c'est ce qui sortait en Seine, après que la distribution et la pluie avaient perdu près du tiers de leurs apports par l'évaporation à l'air libre et les filtrations dans le sol. En un an, c'était un chiffre de 100 millions de mètres cubes à traiter. Chaque centime de frais au mètre cube prenait donc une valeur de premier ordre dans l'étude des charges d'exploitation.

Analyse des eaux. — Pourquoi ces eaux sont-elles troubles et noires? L'analyse faite sur des échantillons pris chaque jour et portés au laboratoire de l'école des ponts et chaussées l'indiqua. Chaque mètre cube d'eau de l'émissaire d'Asnières contient 2^{k},50 de matières minérales et organiques, 1^{k},50 en suspension, et 1 kilogramme en dissolution. Dans le collecteur de Saint-Denis, qui draine le quartier industriel de la Villette et reçoit le trop-plein des liquides de la voirie de Bondy, le titre est parfois de 3^{k},50, dont 2 kilogrammes en suspension et 1 kilogramme en dissolution. Le mal d'infection y est au maximum. Les 100 millions de mètres cubes qui se précipitent en Seine renferment au moins 1^{k},25 par mètre en débris lourds : ils déposent en route, apportent dans le lit de la navigation 125000 tonnes de sables qu'il faut extraire à la drague, tandis que les vases légères, continuant à flotter dans le courant, maintiennent l'altération du fleuve au delà de Poissy jusqu'à Mantes.

Si l'on entre dans les détails d'analyse des matières minérales et organiques, on y trouve en forte proportion l'azote, les phosphates, les alcalis, la chaux, c'est-à-dire tous les éléments qui font la valeur du fumier de ferme en culture.

Estimés au prix de commerce, l'azote et l'acide phosphorique seuls arrivent au chiffre de 15 millions.

Si donc on enlève à la Seine les troubles qui salissent son courant et remblayent son lit, on devient maître d'offrir à la culture

pour 15 millions d'engrais. Au point de vue agricole, les eaux d'égout ont encore l'avantage d'une température plus égale; moins chaudes en été, elles ne gèlent pas en hiver, ne tombent pas au-dessous de 4°, et peuvent alors réchauffer la terre.

Champ d'essai de Clichy. — Venons aux expériences qui devaient dire si l'irrigation peut développer la production sans infecter le pays, si l'épuration par l'alumine est facile et peu coûteuse.

Pour juger les opérations, il fallait les poursuivre pendant les quatre saisons d'une même année. C'est ce qui eut lieu en 1868.

On monta à la bouche de l'égout d'Asnières une petite usine. Une locomotive de quatre chevaux actionnait des pompes centrifuges qui poussaient 500 mètres cubes par jour jusqu'à un champ d'essai d'un hectare et demi, placé à 700 mètres plus loin sur le quai de Clichy. Le terrain, rectangulaire, avait été partagé entre des bandes de 20 mètres destinées à la culture arrosée, et des bassins de 10 mètres de large destinés au travail de l'alumine. L'eau sortait comme une source en haut du rectangle; elle allait par une rigole de ceinture mouiller les planches en passant au travers des plantes en végétation, à la façon des arrosages du Midi. La racine se nourrissait sans que la feuille fût touchée.

Si la culture n'avait pas besoin d'eau, le courant était dirigé vers les bassins, après avoir reçu un filet d'alumine. Passant d'un étroit canal de $0^m,30$ à un large bassin de 10 mètres, il ne gardait plus qu'une très faible vitesse. Il laissait tomber au fond du bassin ses dépôts collés par la laque d'alumine, et sortait en cascades claires sur les déversoirs d'extrémité.

La petite usine éleva 120 000 mètres cubes dans l'année 1868; 40 000 allèrent aux planches de culture, 80 000 aux bassins de défécation, et pendant ces périodes de pluies ou de soleil, pas une plainte ne s'éleva du voisinage très habité de Clichy contre le champ d'essai. Le travail pouvait donc se pour-

suivre sans porter atteinte à la santé publique : c'était déjà beaucoup.

L'irrigation. — Les planches de culture donnèrent tous les légumes de saison, choux, choux-fleurs, artichauts, pois et haricots, pommes de terre, carottes et betteraves. On les traitait par arrosages de $0^m,10$ de hauteur appliqués une ou deux fois par semaine. Il y eut une couche totale de 6 mètres d'eau, reçue et dévorée par le sable d'alluvion, ce qui répondrait à l'énorme dosage de 60 000 mètres cubes par hectare et par an. Les produits, d'excellent aspect, de goût irréprochable, furent constatés en quantité et estimés aux prix de la Halle.

Comme il y eut double récolte pendant huit mois de pleine végétation, la moyenne du produit brut à l'hectare pour la culture maraîchère monta à 4400 francs. A ce taux, on pouvait espérer des clients.

L'épuration. — L'épuration marcha d'abord avec des pyrites alumineux de l'Aisne; mais comme il s'y trouvait du fer qui donnait aux eaux clarifiées une teinte de rouille, on préféra les eaux mères de la fabrication des sulfates d'alumine, préparés dans une usine voisine. La teinte légèrement opaline des eaux ne s'altérait plus, et quand on achevait l'épuration en irriguant, en mouillant l'herbe d'une prairie, la limpidité devenait complète. Le prix d'ailleurs descendait à $0^f,0125$, bien près d'un centime par mètre cube.

Le terreau qu'on obtenait en desséchant à l'air libre les fonds de bassins, était sans odeur, de couleur grise, léger comme du liège, et sensiblement identique à l'analyse aux dépôts de boue que contenaient les rigoles d'arrosage de la culture; il offrait même convenance aux colmatages, aux fumures d'automne ou de printemps. Le procédé agricole et le procédé industriel rentraient donc l'un dans l'autre, et cela tenait à la faible quantité d'alumine qui amenait la précipitation par collage des matières

en suspension ; la filtration naturelle arrivait au même but, mais plus lentement.

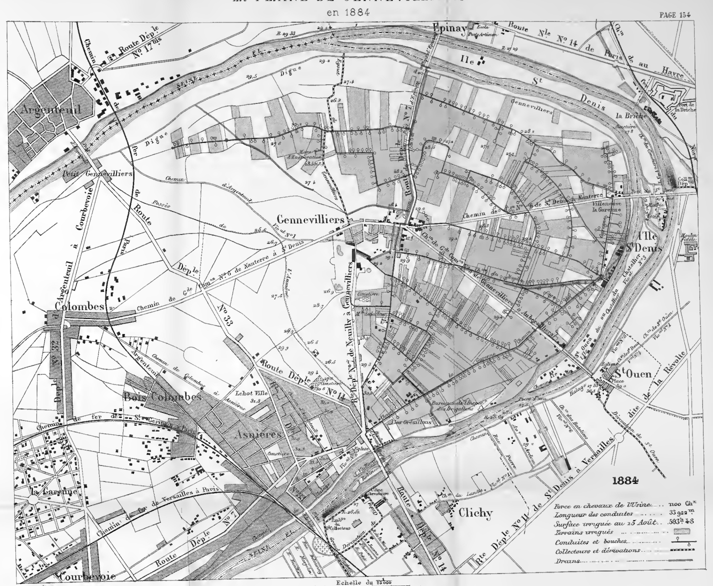
La plaine de Gennevilliers. — L'irrigation et l'épuration étaient reconnues pratiques. Mais le cultivateur des environs de Paris a tant de ressources dans les fumiers et les boues, il sait si bien s'en servir, qu'on n'était pas certain de rencontrer une clientèle acceptant l'eau d'égout pour les arrosages d'été, le terreau pour le colmatage d'hiver. Il restait cette dernière épreuve, indispensable, à faire. Cette fois la dépense était forte; on devait quitter le faubourg industriel de Clichy, traverser la Seine pour se jeter dans la presqu'île de Gennevilliers, dont les grèves assez arides ne portaient guère que des seigles et des pommes de terre.

Comme il s'agissait d'un devis de 800 000 francs, la résistance fut grande à la Commission municipale, qu'on accusait de trop de condescendance aux idées de M. Haussmann. « Prenez garde, disait un membre, on vous propose un engrenage : si vous y mettez le doigt, le corps y passera; vous engagez 10 millions. » — « Une grande ville, répondait avec autorité M. Dumas, doit payer sa salubrité comme elle paye sa sécurité. » — De guerre lasse, le crédit de 800 000 francs fut accordé au préfet, et l'on put grandir la petite usine de Clichy sans changer de système.

La machine de quatre chevaux fit place à deux locomobiles de vingt chevaux chacune, attelées à des pompes centrifuges. Celles-ci étaient capables de refouler 5 à 6000 mètres cubes par jour, à 2 kilomètres de distance, à travers les ponts de Clichy qu'on établissait alors et qui reçurent deux conduites de 0m,60 sous leurs trottoirs.

Dans la plaine de Gennevilliers, près d'Asnières, on acheta chèrement 6 hectares, dont on dissimula le but, car le mot des eaux d'égout signifiait pour les propriétés voisines dépotoir et voirie. La bande de 6 hectares comprise entre la route de Saint-

LA PLAINE DE GENNEVILLIERS
en 1884



Denis et la Seine fut répartie en trois : l'étendue de 4 hectares, dans le haut, fut morcelée en jardins de 1000 mètres carrés environ, qui furent livrés sans frais à ceux qui voulurent faire de l'irrigation à leurs risques et périls. Au milieu, une réserve d'un hectare devint une école de culture aux frais de la Ville. Au point bas, des bassins d'épuration de 40 mètres de longueur furent aménagés pour traiter par l'alumine les eaux que refuserait la culture. Ainsi les deux procédés devaient s'entr'aider. Il y avait un service en route, ouvert aux irrigations dans le haut, et, dans le bas, un service d'extrémité, préparé pour l'épuration.

Les cultures. — La nouvelle usine travailla pendant toute l'année 1869, prit à l'égout d'Asnières 975 000 mètres cubes, près d'un million de mètres cubes. La culture en admit la plus forte part dans les circonstances suivantes.

Il se trouva une vingtaine de jardiniers ou d'anciens colons d'Algérie, que l'irrigation tenta, et qui vinrent en essayer les effets sur la culture maraîchère et les arbres fruitiers. Ils réussirent, firent double récolte, vendirent bien leurs produits à la Halle, exposèrent à la Société d'horticulture, qui s'intéressa à eux et leur donna des récompenses. Pendant la sécheresse d'été, leurs voisins, pour sauver leurs récoltes et ranimer leurs plantes, demandèrent aussi les eaux, transformant leurs habitudes, cultivant par planches, arrosant par rigoles. Dès la fin de 1869, il y avait 25 hectares qui, librement, pratiquaient l'irrigation. Et pour porter l'eau à des terrains éloignés, jusque-là stériles, on obtenait sans frais la servitude de passage d'une rigole, comme si les usages du Midi se créaient déjà par le besoin même de l'irrigation.

La curiosité s'éveillait, la colonie nouvelle s'appelait, non pas la voirie, mais le Jardin Modèle, et le Préfet, s'intéressant à son œuvre, ne dédaignait pas d'y amener l'Empereur.

Épuration. — Les bassins d'épuration fonctionnaient comme

modérateurs : sur un cube de 975 000 mètres cubes élevés par les machines, 660 000 furent dévorés par le sol, et 315 000 furent traités dans les bassins, absorbèrent 166 mètres cubes de réactif, et produisirent 600 tonnes de terreau qu'enlevèrent les cultivateurs.

Résultats. — La comptabilité exacte des dépenses montra que le mètre cube d'eau élevé par les machines coûtait 1 centime, et que, lorsqu'on le faisait passer par l'épuration, il coûtait en plus encore 1 centime. L'épuration dépensait donc 2 centimes par mètre cube, et elle ne donnait qu'un terreau égal à celui des colmatages à l'eau trouble. Seulement elle agissait au moment précis où l'on avait besoin d'elle, avantage dont on pourrait profiter.

Situation en 1870. — Une clientèle d'arrosage était trouvée. La limite des quantités d'eau que chaque hectare pouvait dévorer en un an était connue et portée à 60 000 mètres cubes. L'aide de l'épuration par l'alumine, la qualité de l'eau clarifiée, la proportion des vases susceptibles de constituer un terreau de colmatage, étaient aussi déterminées. On savait que chaque mètre cube d'eau d'égout coûterait 1 centime à élever, 1 centime à épurer. On avait tous les éléments d'un projet de distribution des eaux, et l'on allait y venir dans l'intérêt de l'assainissement de la Seine, quand éclata la guerre de 1870. Le génie militaire fit sauter les ponts de Clichy avec les conduites qui les traversaient ; l'usine, prise comme corps de garde, fut percée d'obus. La plaine de Gennevilliers, mise entre deux feux, fut abandonnée et ravagée. Quand la Commune fut maîtresse de Paris, l'armée de Versailles occupa la rive gauche de la presqu'île et y établit son front d'attaque. Il semblait que d'un tel désordre il ne sortirait que des ruines, et que tant d'efforts et de sacrifices consacrés à l'assainissement de la Seine périraient aussi. Mais n'avons-nous pas vu que, lorsque le canal de l'Ourcq fut arrêté brusquement

par les deux invasions de 1814 et de 1815, la Restauration, le gouvernement de Juillet achevèrent les pensées d'amélioration qui avaient préoccupé Colbert, Riquet et le premier Consul? De même, dès que l'ordre reparut, dès que la Ville fut rendue à elle-même, elle reprit la même route, elle poursuivit l'œuvre de salubrité dont une guerre fatale l'avait détournée. On songe involontairement à la devise des armoiries de la Cité : *Fluctuat nec mergitur*, le vaisseau roule, mais ne s'abîme jamais.

CINQUIÈME PÉRIODE

De 1870 à 1880.

I. ASSAINISSEMENT DE PARIS DE 1870 A 1880

Guerre et Commune. — L'époque moderne et récente que nous entreprenons maintenant de raconter s'ouvre avec la guerre cruelle de 1870; le pays était envahi et la capitale investie, pendant qu'une population de 2 millions et demi d'habitants s'abritait derrière les fortifications de Paris, avec des vivres rationnés comme sur un navire en perdition. Comment s'est fait pendant cinq mois le service de salubrité?

Les rues étaient balayées comme à l'ordinaire, mais les boues, au lieu d'être emportées à la campagne, étaient jetées à la Seine, du haut des quais; c'est ce qu'on fait pendant les neiges.

Les eaux étaient fort réduites. Les Allemands avaient coupé le canal de l'Ourcq et l'aqueduc de la Dhuys sur la rive droite, l'aqueduc d'Arcueil sur la rive gauche, où la Vanne n'arrivait pas encore. Il restait les machines de Chaillot et de Saint-Maur, qui livrèrent 120 000 mètres cubes par jour et donnèrent encore le dernier mois 80 000 mètres cubes, quand on marchait avec les résidus des approvisionnements de charbon. En cas d'épuisement des houilles, on eût pris de l'huile de pétrole. Les grilles de foyer avaient été disposées à cet effet. Dans la distribution, on avait supprimé le service public et l'on ne faisait que le ser-

vice privé, en remplissant quartier par quartier les réservoirs particuliers. Fort heureusement, il n'y eut pas d'incendie à éteindre, ce qui tint peut-être à la suppression du gaz comme éclairage et à sa réserve pour l'expédition des ballons.

Les égouts, tout intérieurs, fonctionnaient comme de coutume. Les bateaux-vannes continuaient leur curage, chassant les sables en Seine.

A l'égard des vidanges, il fallut pratiquer le tout à l'égout; on faisait des allèges de fosses pour empêcher les débordements, c'est-à-dire qu'on épuisait à la pompe les liquides, et qu'on les perdait à la bouche la plus voisine de l'habitation. Le flot arrivait en Seine par les collecteurs.

Quand, à la fin de janvier **1871**, la capitulation rouvrit les barrières, les communications avec la province et la rentrée des vivres, on tenta de suite une réorganisation. Mais la révolution du 18 mars nous rejeta dans l'abîme. La Commune envoya ses délégués. Un déclassé qui avait le surnom de Pipe-en-Bois fut directeur de la voie publique, et se signala par le renversement de la colonne de la place Vendôme; il en fit un spectacle officiel. Un M. Fradet eut les eaux et les égouts; il se bornait à laisser faire ses subordonnés. Tout le personnel supérieur avait rejoint le gouvernement de l'Assemblée à Versailles.

On ne saurait oublier combien le cœur fut soulagé d'angoisses quand, après les incendies des Tuileries et de l'Hôtel de Ville, on put lire sur les murs ce bulletin : « La dernière barricade vient d'être emportée par l'armée de la France; chacun peut retourner à son travail. »

Réorganisation. — Travailler, c'était le besoin de tous. On sentait que c'était par le travail qu'on pouvait relever le pays et panser les blessures profondes de la guerre et de la Commune.

Au lieu de l'Hôtel de Ville brûlé avec toutes ses richesses, ses objets d'art, sa bibliothèque pleine des vieilles archives de la Cité, on choisit le Luxembourg pour y installer la préfecture de

la Seine et le conseil municipal. Le préfet était M. Léon Say, habile et instruit. Le conseil renfermait deux ingénieurs, MM. Callon et Vauthier, à qui l'on envoyait les questions de travaux publics et qui se dévouèrent à leur mission

L'arrêté de réorganisation rendu par M. Thiers nommait M. Alphand directeur général des travaux de Paris, mais maintenait provisoirement à M. Belgrand le service des eaux et des égouts. Dans ce département rentrait l'utilisation des eaux d'égout, toujours confiée à MM. Mille et Durand-Claye.

Chacun se mit à l'œuvre avec ardeur.

M. Alphand rétablit les communications par la réparation des chaussées bouleversées, et la réfection au dehors des ponts que nous avions commis l'erreur de faire sauter presque partout.

Les questions vives de l'administration ne tardèrent pas à reparaître : les percements, les cimetières, l'entrepôt des vins; il s'y ajouta des besoins nouveaux, les tramways, les réseaux électriques pour le télégraphe, l'éclairage, le téléphone. Ici les ressources de l'octroi étaient l'appui des dépenses. Il n'en était pas de même à l'égard des eaux et des égouts.

Les eaux. — La Vanne n'arrivait pas encore à Paris; l'aqueduc n'était achevé qu'aux trois quarts; il manquait en ville les grands réservoirs de Montrouge, et la conduite reliant la source nouvelle avec la distribution dans Paris. Il s'agissait de 15 millions.

M. Belgrand proposa un emprunt auquel on affecterait pour les intérêts et l'amortissement la plus-value des recettes d'abonnement, qui grossiraient sans nul doute dès qu'une eau de qualité supérieure serait offerte aux maisons de Paris. L'emprunt fut voté et même augmenté d'un million qu'on attribua avec prévoyance à l'assainissement de la Seine. M. Belgrand put, comme terminus de l'aqueduc, ouvrir à 80 mètres d'altitude dans les terrains difficiles de Montrouge une réserve de 300 000 mètres cubes, mise à l'abri de l'air et du soleil par des

voûtes minces de $0^{m},07$ d'épaisseur, et relier Montrouge à Paris par une conduite maîtresse de $1^{m},30$ en béton de ciment supportant 2 atmosphères de pression. Le béton luttait de résistance avec la fonte.

En 1875, tout était achevé, et pour 49 millions Paris allait jouir d'un approvisionnement de 100000 mètres cubes par jour, en eau limpide, pure, fraîche, à 12 degrés de température presque constante.

Les égouts. — Dans le réseau du drainage, les lacunes étaient plus grandes. Paris possédait, en 1871, 556 kilomètres d'égouts, et il en fallait construire encore 491 pour donner à chaque rue sa galerie d'écoulement.

Et non seulement l'assainissement de la maison le demandait pour la décharge des eaux ménagères et pluviales, mais la pose des conduites d'eau et des fils télégraphiques le voulait aussi, dès qu'on tenait à débarrasser la circulation de la gêne des tranchées sur la voie publique. La lacune à combler devait coûter 40 millions : où les trouver?

Belgrand répondit en athlète : il attaqua énergiquement le système des vidanges emmagasinées dans les fosses. « Supprimez les fosses, disait-il dans la note de 1871 sur la transformation de la vidange et la suppression de Bondy; pratiquez comme en Angleterre l'écoulement à l'égout, au moins pour les liquides qui représentent les 4/5 des matières fécales; vous effacez cette anomalie étrange, qui fait que l'eau, qui vaut à peine 10 centimes lorsqu'elle pénètre pure dans un logement, vaut 8 francs lorsqu'il faut l'extraire infecte d'une fosse. Vous ne verrez plus le propriétaire interdire à son locataire l'eau dans les cabinets. Et rien n'est hideux comme les cabinets communs, sans lavage, sans jour, sans responsabilité. Ils sont cause de la malpropreté de l'ouvrier parisien. Donnez à chaque logement un cabinet qui ne soit qu'à lui, et où l'eau soit à portée. La ménagère parisienne arrivera aux habitudes de pro-

preté de la ménagère flamande ou anglaise, et elle les fera accepter à son entourage. »

Belgrand aurait voulu le tout à l'égout, pratiqué depuis deux siècles à la Salpêtrière, aux Invalides, à l'École militaire, qui écoulent toutes leurs matières en Seine, sans qu'il en soit jamais résulté d'atteinte à la santé publique.

Par égard pour les préventions et les habitudes existantes, il se bornait à généraliser l'emploi des tinettes-filtres qui peuvent, en laissant perdre les liquides, garder une partie des solides.

D'après le décret de 1867, chaque chute, munie d'un appareil diviseur, paye à la Ville un droit de 30 francs. Comme dans les 68 000 maisons existant en 1871, on pouvait compter 236 000 chutes, on rencontrait là une matière imposable de 7 millions par an, très susceptible de couvrir un emprunt de 40 millions.

Cette fois, Belgrand, loin de repousser l'irrigation, la prenait à l'appui de son système; il montrait que les essais de Gennevilliers ouvraient la voie de l'épuration des eaux d'égout, et qu'il fallait porter à la campagne les eaux impures de Paris, parce qu'on avait la certitude qu'elles y seraient revivifiées.

Ces idées d'amélioration ébranlèrent le Conseil, mais n'entraînèrent pas encore les convictions, et l'achèvement du réseau souterrain fut ajourné.

Utilisation des eaux d'égout. — Dans le service d'utilisation des eaux d'égout, il y avait deux choses à faire : réparer les ruines du matériel des essais, et reprendre l'étude de l'assainissement de la Seine.

Reprise de l'exploitation. — Le bureau et le laboratoire de Clichy furent rapidement remis en état; le plus pressé était de rendre l'eau aux terrains arrosés de la presqu'île de Gennevilliers, où les cultivateurs étaient revenus comme une nuée d'oi-

seaux dispersés un moment par un coup de fusil, et rappelés ici par le soleil d'été et les besoins du marché.

Les ponts de Clichy avaient été rompus au moment de l'invasion avec la conduite de $0^{m},60$ qui les traversait. Au lieu de l'eau d'égout qui ne pouvait plus passer, on donna aux rigoles de l'eau claire au moyen d'une locomobile puisant dans la nappe; puis, dès que la reconstruction des ponts de Clichy fut décidée, et le travail entrepris, on posa dans les charpentes du pont de service une conduite provisoire de $0^{m},60$, rétablissant la communication entre les collecteurs d'Asnières et la plaine. Dès l'été de 1872, les eaux d'engrais étaient rendues à la culture.

L'assainissement de la Seine. — La question de l'assainissement de la Seine avait heureusement fait des progrès dans les esprits préoccupés alors de refaire à Paris sa supériorité. Le préfet, M. Léon Say, très au courant des enquêtes anglaises, avait été frappé du beau rapport de Frankland sur la pollution des rivières.

MM. Callon et Vauthier, ingénieurs chargés des rapports au Conseil municipal, se sentaient pris d'intérêt pour l'amélioration du fleuve. M. Belgrand d'abord opposant et prédisant que les eaux d'égout resteraient sans emploi, puisque les cultivateurs laissaient perdre les eaux les plus riches de la rigole de Bondy, était maintenant gagné à l'idée de la circulation; il l'avait prise tout entière dans son courageux mémoire sur la suppression des vidanges et des voiries. Des efforts combinés de ces volontés intelligentes sortirent les décisions qui ont posé les principes de l'assainissement de la Seine, et fait construire la première section, le service bas dans la plaine de Gennevilliers.

Service bas et alimentation. — Dès 1868, M. Haussmann, qui voulait assurer un avenir complet, avait demandé un projet d'arrosage dominant 10 000 hectares.

Les ingénieurs avaient répondu par la rectification de l'avant-

projet de 1864. Au début on avait proposé une usine hydraulique de 1600 chevaux placée au barrage des îles de Neuilly : huit roues turbines devaient monter les eaux d'égout de la cote d'étiage de 24 mètres à l'altitude de 75 mètres, adoptée pour les réservoirs qu'on ouvrait au pied de la butte de Cormeilles. Par ce tracé, on irriguait en passant les presqu'îles de Gennevilliers et d'Argenteuil, on plongeait ensuite dans la plaine de Pierrelaye, et l'on allait jusqu'au bec d'Oise, origine de la vallée de la basse Seine.

En 1871, une solution plus simple se présentait pour la première partie de l'opération. Au lieu d'une usine hydraulique coûteuse d'installation, on pouvait prendre une machine à vapeur, qui ne serait que le modèle agrandi des locomobiles et des pompes centrifuges appréciées pendant les deux années des essais. M. Farcot était là pour exécuter vite et bien le matériel. A défaut d'un pont-aqueduc monumental, on pouvait traverser la rivière en logeant des conduites du gros diamètre de 1^{m},10 entre les fermes métalliques des ponts de Clichy qu'on allait reconstruire.

De même les ponts de Saint-Ouen pouvaient recevoir des conduites de 0^{m},60; par cette voie descendraient en plaine, naturellement et sans frais, les eaux d'égout du collecteur du Nord chargées des résidus des usines et des abattoirs.

Il suffisait de deux dérivations, l'une prise sur l'émissaire d'Asnières et alimentant les pompes centrifuges de la machine de Clichy, l'autre tirée du collecteur du Nord et marchant par la gravité, pour amener dans la rigole maîtresse et les branchements de distribution un demi-mètre cube par seconde élevé mécaniquement à Clichy, un demi-mètre cube par seconde arrivant de lui-même des quartiers industriels. Avec un million on assurait aux irrigations de la plaine de Gennevilliers une dotation d'un mètre cube par seconde, soit le 1/4 environ de la totalité des eaux d'égout.

Le projet, voté en 1872, était exécuté en 1873. Le bienfait

de l'arrosage était acquis au premier secteur de 150 hectares compris entre les ponts de Clichy, les ponts Saint-Ouen et la pointe Est du village de Gennevilliers.

Distribution. — L'alimentation du service bas était donc assurée; mais la distribution pouvait-elle rester ce qu'elle était? — On avait jusque-là suivi les errements des canaux d'arrosage du Midi. Une rigole maîtresse, présentant la section d'un double carré de 1m,60/0m,80, avait été maçonnée en briques dans le corps de la digue, qui depuis le commencement du siècle défend la presqu'île contre les crues de la Seine; des rigoles secondaires de 0m,80 sur 0m,40 s'en détachaient, et, portées sur remblais, tâchaient de pénétrer jusqu'aux champ qui appelaient les eaux d'égout. On passait les chemins en siphon, au moyen de tuyaux en grès Doulton de 0m,45 de diamètre; on abordait les terrains maraîchers avec d'autres siphons en grès Doulton de 0m,30, fermés par des clapets. Mais par ce système on dépendait de la bonne volonté des propriétaires qu'on traversait. Un arrêt de la Cour d'appel avait bien décidé que tous les règlements en usage dans les irrigations à l'eau pure étaient applicables dans les irrigations à l'eau d'égout, qu'ainsi on pouvait, en la payant, créer la servitude de passage à travers les terrains non clos. Mais il était difficile de faire accepter dans la banlieue de Paris les traditions séculaires de l'Italie et de la Provence; l'on était vite arrêté dès qu'on s'éloignait de la digue.

Ce qu'il fallait, c'était la liberté des mouvements, et une canalisation souterraine posée dans les chemins et susceptible d'aborder les terres riveraines, comme dans les villes, les conduites posées sous le pavé sont prêtes à pénétrer dans toutes les maisons d'une rue.

Canalisation en tuyaux de ciment. — Cette canalisation, commandée par la nécessité, comment la traiter et l'établir?

Le tracé s'indiquait de lui-même. Il fallait une grande artère

coupant la plaine depuis les ponts de Clichy jusqu'aux ponts d'Épinay, direction qui suit la route départementale. Sur ce tronc se ramifieraient les lignes secondaires posées dans les grands chemins et alimentant les branchements des chemins ruraux, lesquels nourriraient les prises des cultivateurs, les sources qu'il faudrait répandre dans les champs.

Mais quelles seraient les dimensions des organes de la distribution? L'expérience et le calcul montraient qu'on avait besoin de gros diamètres, chaque champ dépensant environ 50 000 mètres cubes d'eau par hectare et par an, en cent arrosages. Pour répandre chaque fois sur de pareilles étendues une hauteur de $0^m,05$ en un jour, il fallait une puissance de débit considérable.

Les conduites métalliques, très coûteuses d'ailleurs, ne dépassaient pas le diamètre de $1^m,10$ créé pour les fortes pressions des siphons de la Vanne. Une tentative pouvait se faire et on l'entreprit.

Les tuyaux en béton de ciment n'avaient en général servi que d'aqueduc libre pour les eaux pures; mais on venait de risquer, à l'arrivée de la Vanne à Paris, une conduite de $1^m,30$, laquelle, avec $0^m,65$ d'épaisseur, soutenait une charge de 22 mètres. Ici, en plaine, on n'avait besoin que de pression de 5 à 7 mètres. On pouvait donc, avec de moindres épaisseurs, couler des tuyaux sur place par la voie humide, et les produire à bon marché.

L'artère principale de Clichy à Épinay, au diamètre de $1^m,25$, fut maçonnée en meulière et au mortier du ciment, avec épaisseur de $0^m,30$. Les lignes secondaires de 1 mètre et $0^m,80$, avec les branchements de $0^m,60$, furent exécutées au béton de ciment, aux épaisseurs de $0^m,30$, $0^m,25$ et $0^m,20$.

On imagina pour les couler un moule formé d'une feuille en tôle flexible, et qu'on descendait sur place dans la fouille; on donnait au moule la figure d'un cercle parfait, au moyen d'un diamètre tournant qui servait de tendeur, et d'une coulisse formant une rainure supérieure. On répandait le béton en le jetant par des glissières. Quand la prise rapide était faite, on desser-

rait le tendeur, on ouvrait la rainure, on faisait marcher le moule qui se trouvait prêt pour un nouveau coup de cintre : on produisait ainsi d'une façon continue un seul tuyau, de longueur indéfinie. C'est par ce procédé qu'on établit un réseau de 10 kilomètres, qu'on développe à chaque campagne, au fur et à mesure des progrès des irrigations.

Le système d'ensemble a trois compléments, les ventouses pour l'échappement de l'air, les prises pour la délivrance des eaux, et les chemins pour l'enlèvement des récoltes.

Ventouses. — Les ventouses sont de simples cheminées du gros diamètre des conduites; l'eau et l'air s'y meuvent librement, précaution absolue de sécurité dans les manœuvres d'arrêt ou d'ouverture des orifices du réseau.

Prises. — Les prises consistent en un siphon de $0^m,30$ en grès Doulton, formé au bout vertical par une bande-clapet. Dès qu'on desserre la vis qui maintient le clapet en place, il s'écoule en couronne un flot qui va remplir les rigoles des champs à irriguer. Ces lignes d'eau à ciel ouvert, entre les longues planches de culture, figurent presque toujours le gril de Saint-Laurent. Les plantes y sont alignées à la surface d'une île longue et étroite; elles ne boivent pas directement, et se nourrissent par leurs racines.

Chemins. — Les chemins sont utiles non seulement pour la pose des conduites, mais aussi pour porter les produits sans retard au marché, où la condition est toujours d'arriver des premiers. Le bénéfice de la vente dépend bien souvent de l'état des chemins.

Comparaison avec les chemins de fer. — Si maintenant on tente un rapprochement entre la distribution des eaux pures en ville, et celle des eaux troubles à la campagne, on croit

reconnaître une ressemblance d'exploitation avec les chemins de fer. En ville, les eaux, refoulées énergiquement, doivent dominer les derniers étages des habitations, et jaillir en sources vives et à la minute aux robinets de prise. C'est le service de vitesse des voyageurs. A la campagne, les cultures réclament beaucoup d'eau, mais accordent un jour pour l'épandage! C'est le service de petite vitesse des marchandises. De là des différences dans les organes, dans les appareils chargés des mêmes fonctions. Pour les hautes pressions, les pompes à piston plongeur, les conduites métalliques, les branchements de plomb, les compteurs d'horlogerie, les robinets de prise et d'arrêt constituent un matériel perfectionné. Pour les basses pressions, des pompes centrifuges, des conduites énormes en béton, des branchements en grès Doulton et des bouches de $0^m,30$ fermées par des clapets à vis n'admettent que des organes d'une extrême simplicité, mais d'une grosse dimension.

Les produits. — La dépense totale de 2 millions votée par le Conseil municipal en 1872 et 1874 avait permis de créer une force motrice de 400 chevaux, assurée par deux machines Farcot, d'ouvrir les dérivations de Clichy et de Saint-Ouen sur les collecteurs de Paris, de disperser un réseau de 8 à 10 kilomètres de tuyaux de béton dans les chemins de la campagne. Des crédits annuels d'entretien de 250 000 francs payèrent le combustible et le salaire pour l'élévation des eaux, les manœuvres de délivrance aux cultivateurs et l'amélioration des chemins. La distribution resta gratuite et réglée par des cantonniers, d'après les ordres de l'inspecteur des irrigations. La ville de Paris a jugé qu'il fallait laisser aux cultivateurs le temps de se former aux pratiques de l'arrosage, et de conquérir des bénéfices par leurs efforts pour doubler et tripler les récoltes d'une saison. La récompense viendra plus tard : la ville a intérêt à aider la campagne.

Récoltes. — Dès 1876, les eaux d'égout refoulées par les pompes centrifuges de Clichy, ou descendues de Saint-Ouen par la pente, se répandaient sur 150 hectares en plaine, au cube de 80 000 mètres par jour, dans les mois de chaleur d'été, juillet, août, septembre. En hiver les colmatages mêmes commençaient et l'année consommait 3 millions de mètres cubes. Les produits sont surtout de gros légumes, choux, choux-fleurs, artichauts, pommes de terre, entremêlés d'asperges, salades, pois, haricots.

Tout est parfaitement accueilli et vendu aux Halles centrales et aux marchés de la banlieue. — Le cultivateur, aidé par sa femme et ses fils, arrive vite à pouvoir acheter un cheval et une voiture, à se bâtir même une petite maison, dès qu'il obtient des terres à long bail.

Les maraîchers ont à côté d'eux des nourrisseurs et des pépiniéristes. L'irrigation à grande eau fait apparaître sur les sables d'Asnières et de Gennevilliers de véritables marcites, des prairies d'herbes mêlées et de ray-grass qu'on coupe cinq fois par saison, tandis que les betteraves fourragères rendent de 50 à 100 000 à l'hectare. Plus de 800 vaches laitières trouvent ici leur nourriture de fourrages d'été et d'hiver.

Opposition. — Ainsi il s'était formé une colonie de maraîchers, d'herbagers et de pépiniéristes, sur les grèves qui ne rendaient jusque-là que de maigres récoltes de blé, seigle et pommes de terre, obtenues au moyen des boues de Paris.

Mais les habitudes étaient attaquées et quelques intérêts lésés. C'étaient les émigrants de la vallée de Montmorency qui venaient disputer les terres de location, et faisaient concurrence sur les marchés aux anciens maraîchers. Une grande usine de produits chimiques avait espéré vendre des sulfates d'alumine pour l'épuration ; la culture avait envahi sans laisser place aux procédés industriels. Les propriétaires de quelques villas s'alarmèrent au seul nom des eaux d'égout. On s'unit contre l'irri-

gation ; on l'accusa de répandre la fièvre paludéenne, de relever la nappe et de noyer ainsi les carrières et les caves, d'amener en définitive la dépréciation d'une région qui devait, si près de Paris, devenir partout du terrain à bâtir. L'irritation alla si loin que le maire de Gennevilliers fit sommation de suspendre la fabrication de la conduite maîtresse dans la traversée des rues de la commune, et fit emprisonner un jour les chefs d'atelier. Sur un autre point, aux Garennes de Saint-Denis, les habitants menaçaient de tirer sur les ouvriers.

Tous les orages, supportés avec patience, s'apaisèrent, et les travaux s'exécutèrent, mais donnèrent lieu à 75 procès intentés pour indemnité à payer par la ville de Paris aux propriétés qui avaient souffert des inondations.

Qu'y avait-il de vrai dans ces imputations? les enquêtes de 1876 le diront :

La fièvre paludéenne n'existait pas. Les inondations souterraines avaient une double cause : les petites crues de l'arrosage s'ajoutaient aux grandes crues qu'amenaient les pluies d'automne et du printemps, et qui rencontraient la Seine relevée par les inondations propres du fleuve. — Les procès suscités par des agents d'affaires prirent quatre ans d'expertises et de plaidoiries confuses devant le Conseil de préfecture; ils finirent par des transactions.

Commission de 1874. — Des réclamations en sens inverse arrivaient à l'administration supérieure. Le Conseil général de Seine-et-Oise demandait instamment qu'on débarrassât la Seine de la souillure des eaux d'égout. Une commission d'ingénieurs fut réunie au ministère des travaux publics en 1874. Elle admit que le seul procédé reconnu jusqu'ici comme efficace était l'épuration des eaux d'égout par irrigation. Mais, comment chaque jour utiliser 300 000 mètres cubes, si l'on dépend uniquement de la bonne volonté de la culture, et si l'on n'a dans la main un terrain suffisant pour faire absorber à l'extrémité de

la conduite tout ce qui n'aura pas été dépensé en route par les arrosages ou les colmatages d'intérêt privé? Il fallait un régulateur, c'était une condition absolue, dès qu'on voulait répondre de l'affranchissement du fleuve. C'est alors que M. Krantz indiqua la solution des terrains d'Achères au bas de la forêt de Saint-Germain. Il y avait là 1500 hectares de grèves, de broussailles formant des tirés de lapins. En y portant les eaux d'égout, on transformerait le désert qui pourrait admettre des colonies agricoles, et qui, morcelé en petites cultures, produirait le lait et la viande, tandis que les colonies maraîchères de Gennevilliers continueraient les plantes, les légumes et les pépinières.

La commission adopta l'idée et conclut en réclamant un projet d'ensemble des irrigations, appuyé sur un régulateur créé sur les terrains domaniaux d'Achères.

II. ASSAINISSEMENT DE LA SEINE

Le projet de 1875. — Le ministre des travaux publics avait approuvé les mesures proposées par la commission de 1874 pour remédier à l'infection de la Seine et il avait invité la ville de Paris à les appliquer.

Le projet rédigé en 1875, par MM. Belgrand, Mille et Durand Claye, fut la suite de ces prescriptions qui commençaient à imposer le principe édicté à la même époque par la loi anglaise : « Nul ne peut porter atteinte à la pureté des eaux courantes. »

Le tracé. — On ne pouvait plus s'enfermer dans la plaine de Gennevilliers. La ligne cette fois devait tendre vers le point obligé d'Achères, en franchissant les trois premières presqu'îles. Elle devenait presque une parallèle au chemin de fer de Rouen. Après avoir dans les avant-projets cherché la direction de prolongement vers les plateaux de Pontoise et du Vexin Normand, on se trouvait ramené vers la vallée de la Seine, vers les alluvions qu'on désigne souvent sous le nom de garennes, maigres d'ordinaire, mais voisines de la rivière, des voies de communication et des populations bourgeoises et agricoles. On avait tenté la route d'en haut et forcément on en venait à la route d'en bas, dans la vallée, là où, si Paris réussissait, on rencontrait, pour suivre l'exemple, Poissy, Mantes, Vernon, Rouen même.

La ligne maîtresse part des machines de Clichy et elle marche vers l'étoile d'Herblay, l'un des derniers ronds-points au bas de la forêt de Saint-Germain. Elle y arrive au bout de 18 kilomètres après avoir traversé trois fois la Seine en siphon et coupé par

un tunnel de 3 kilomètres le massif du calcaire grossier en avant de Sartrouville. Elle a circulé partout dans une galerie de 1^{m},80, assez haute pour qu'un homme y tienne debout. L'eau, montée par les pompes centrifuges de Clichy à l'altitude de 40 mètres, supérieure de 16 mètres au niveau des collecteurs, jaillit à l'étoile d'Herblay à la cote 35, quand l'étiage de la Seine en ce point est à 20 mètres.

En route, elle a dominé 6600 hectares, près de 2900 hectares, dans la première presqu'île de Gennevilliers, 1400 dans la seconde presqu'île de Houilles, et 2300 dans la troisième vers Achères. Là se trouvent les 1400 hectares de terrains domaniaux à mettre sous la main du service pour assurer l'épuration, quelles que soient les variations de la consommation libre.

Dans les deux premières presqu'îles, on trouve partout la culture des légumes, des fruits, des céréales, appuyée sur le transport des boues de Paris, et comme les maires font de plus en plus opposition aux gadoues qui fermentent, l'intérêt du cultivateur le portera vers les eaux d'irrigation.

Rien de favorable comme la situation du régulateur d'Achères. Le terrain s'y développe comme la nappe d'un demi-cône incliné à 0^{m},002 de pente vers la rivière; on est sur le sable, et l'eau souterraine coule à 6 mètres de profondeur. Quelques bouquets d'arbres en première ligne, puis une zone d'arbustes malingres, livrés aux lapins et constituant les tirés, enfin le long de la Seine deux fermes occupant 400 hectares et défendant comme elles le peuvent leurs maigres récoltes contre la dent des rongeurs. En face, en demi-cercle, les coteaux d'Herblay et de Conflans, avec leurs jardins et leurs habitations pressées. Derrière, à 1 kilomètre, les villas et le parc de Maisons, le château chef-d'œuvre de Mansard, où le président de Maisons reçut Louis XIV. Plus loin, à 8 kilomètres, Saint-Germain avec sa terrasse, son château, ses allées : que de ressources pour les fermes de petite culture! La clientèle de vente est partout. Mais

là aussi l'inquiétude à l'égard des irrigations est extrême, la plus énergique résistance s'y organisera.

Discussions au Conseil municipal. — Le projet des ingénieurs souleva au Conseil municipal des questions graves. D'abord la dépense d'ensemble, estimée à 5 millions, devait être portée à 10 : car on avait déjà donné deux millions au service bas dans la plaine de Gennevilliers, et la distribution sur une surface de 6000 hectares coûterait 500 francs par hectare. L'aménagement des terres comportait un supplément de 3 millions. La Ville voudrait-elle s'engager pour 10 millions?

L'état d'impureté actuelle des eaux d'égout n'était pas le dernier mot. Quand chaque logement de Paris recevrait l'eau à toute hauteur d'étage, quand chaque maison aurait sa jonction à l'égout, les vidanges suivraient la voie commune des eaux sales. Comme à Londres et à Bruxelles, elles iraient aux collecteurs. Que commandait un pareil avenir?

Enfin le calcul des surfaces d'épuration était basé sur le chiffre de 50 000 mètres cubes que chaque hectare devait absorber en un an. N'était-ce pas excessif? Les ingénieurs anglais n'ont-ils pas posé comme limites 10 à 12 000 mètres cubes au lieu de 50 000?

Ces objections furent défendues par M. Lauth, chimiste exercé qui, ayant tenté le traitement des eaux d'égout par les courants d'air et n'ayant pu faire approuver ses procédés, acceptait alors l'épuration par le sol, mais ne voulait pas que l'irrigation fût une inondation, et qu'elle fît des terrains du régulateur un dépotoir, une voirie. Il voyait beaucoup de divergence dans les opinions, et pour éclairer le Conseil, il proposait de réunir une commission spéciale à laquelle on appellerait tous les hommes qui s'étaient fait un nom dans les études d'hygiène.

C'était tout remettre en question. Le rapporteur, M. Vauthier, répondit qu'il proposait, non le vote immédiat de 10 millions et l'adoption absolue du système, mais simplement la

prise en considération du projet des ingénieurs et sa mise aux enquêtes, pour savoir s'il y avait lieu de le faire déclarer d'utilité publique. Toutes les opinions se feraient jour, appréciées par la Commission. Le Conseil, saisi alors de nouveau, prononcerait en pleine connaissance des choses.

« Il n'était pas encore temps de se préoccuper du tout à l'égout, puisque sur 1000 kilomètres de galeries à construire, il n'en existait encore que moitié, 550, et que le reste exigeait 40 millions de dépense et quinze années de temps. Ne pouvait-on espérer d'ailleurs que les usines à engrais feraient des progrès, et tiendraient par là à sauver leur existence ?

« Enfin les 50 000 mètres cubes à consommer par un hectare en un an venaient non d'une prescription imposée, mais d'un fait créé par les cultivateurs eux-mêmes, par les besoins de leurs terrains de sable, auxquels ils demandaient deux et trois récoltes chaque année. Les belles expériences du docteur Frankland avaient montré qu'on pouvait aller à 198 000 mètres cubes dans les sables purs sans cesser d'obtenir une purification complète des eaux. Enfin, la preuve de la valeur des essais de Gennevilliers, c'étaient les visites continuelles qu'y faisaient les étrangers. M. Maus, inspecteur général de Belgique, ayant la haute main sur l'assainissement de Bruxelles, répétait qu'il y avait ici le circulus de plus court rayon ; M. Hobrecht, directeur général de l'assainissement de Berlin, venait y prendre la démonstration de sa solution.

« Paris pouvait donc marcher avec sécurité dans les errements poursuivis courageusement depuis dix ans. Les formes protectrices des intérêts, telles qu'elles sont créées par nos lois, suffiraient ; avec l'enquête administrative, on aurait les lumières qui pouvaient encore manquer. »

Le Conseil fut convaincu, il vota la prise en considération du projet et sa mise aux enquêtes.

Enquêtes de 1876. — Les enquêtes s'ouvrirent dans l'été

de 1876. Elles devaient avoir lieu simultanément dans les deux départements de Seine et Seine-et-Oise, que traverse la ligne. Deux Commissions devaient donner leur avis, siégeant l'une à Paris, l'autre à Versailles.

Commission de Seine-et-Oise. — Dans Seine-et-Oise, l'émotion fut très vive; elle eut et elle garde pour foyers de résistance Saint-Germain et Maisons. « Mettre les eaux d'égout dans la forêt de Saint-Germain, disait-on, est-ce possible? Qui proposerait de les envoyer aux bois de Boulogne et de Vincennes? On va déshonorer la terrasse; Saint-Germain ne sera plus la ville de bon air, et les étrangers n'y viendront plus. » A Maisons, même inquiétude chez les Parisiens propriétaires de villas, comme dans la société formée pour le morcellement et la vente des terrains du parc. Le mal de la peur fut si contagieux qu'il gagna les gens de la campagne. Presque tous les Conseils municipaux inscrivirent aux registres leurs votes contre le projet. Les cultivateurs s'engageaient entre eux par promesse écrite à ne pas user des eaux d'irrigation.

Il fallait donner des motifs sérieux à ces oppositions instinctives : c'est ce que fit le rapport de la Commission de Versailles, confié à M. Hély d'Oissel.

Rapport de M. Hély d'Oissel. — « Le projet, dit-il, est mauvais, il manquera le but qu'il s'agit d'atteindre; il n'enlèvera pas les 300 000 mètres cubes que Paris produit chaque jour, puisque les cultivateurs eux-mêmes déclarent qu'ils ne veulent pas des eaux. Ils comprennent qu'à côté d'un mince avantage de fertilité, ils auraient, comme à Gennevilliers, l'inconvénient des fièvres paludéennes et des inondations souterraines. D'ailleurs leurs blés, leurs pommes de terre, leurs vignes, avec un seul arrosage par an, ne consommeraient guère. C'est donc le régulateur de la forêt qui recevrait tout, là où les arbres ne peuvent que souffrir d'une irrigation d'inondation et de miasmes

infects. Faute d'emploi, on finirait, malgré les assurances d'aujourd'hui, par creuser des bassins de défécation et ouvrir des déversoirs en Seine. C'est-à-dire que l'opération aboutirait à porter l'égout d'Asnières sous Saint-Germain, dans la région de villégiature la plus belle et la plus favorisée des environs de Paris.

« Il y a un autre parti à prendre. Que la ville de Paris se décide à imiter Londres et à envoyer ses immondices à la mer. Elle peut y marcher par étapes, au moyen d'une conduite unique qui pourrait, en dehors des pays de villégiature, arroser les pays de culture, quand les habitants le demanderaient. La Ville dans ce cas pourrait affranchir la Seine et utiliser les eaux d'égout sans porter préjudice à personne, et peut-être en rendant des services. »

Ainsi la conclusion de la Commission de Versailles, c'était le canal de Paris à la mer.

Commission de la Seine. — Mais qu'allait dire la Commission de la Seine, qui avait pour président M. Bouley, membre de l'Institut, et qui avait choisi dans son sein pour secrétaires MM. Orsat, Schlœsing et Vilmorin, esprits nourris de fortes études et voyant de haut? Que deviendraient ces allégations des fièvres paludéennes et des inondations souterraines, admises jusqu'ici comme conséquences forcées des irrigations? Comment serait jugée cette proposition qui, pour guérir le mal de la peur de la villégiature, voulait envoyer les immondices de Paris à la mer du Havre?

La Commission, réunie au Luxembourg le 7 juin 1876, tint jusqu'au 19 août 15 séances; elle fit trois visites des lieux, à Gennevilliers, à Asnières et à Bondy. Elle entendit les plaignants et les auteurs de contre-projets; elle appela devant elle les hommes spéciaux qui pouvaient parler utilement; elle prit à tâche de ne pas rester au-dessous des enquêtes anglaises.

Le rapport au Préfet de la Seine, qu'elle déposa en septembre et qui porte la signature de M. Schlœsing, eut à l'étranger la même autorité que le *Blue Book* publié en 1870 par les Commissaires anglais de la Pollution des rivières, et qui a fait le nom de docteur Frankland.

Préoccupations de la Commission. — La Commission, sous l'inspiration de son président, se préoccupa surtout d'éclairer l'esprit public sur les questions complexes qui se rattachent au déversement des eaux d'égout hors de Paris, et aux moyens de les restituer à la Seine, après les avoir dépouillées de leurs impuretés d'une manière complète, c'est-à-dire essentiellement, et non pas seulement en leur donnant par le filtrage une pureté qui n'est qu'apparente. Convaincue que la propagande scientifique est l'un des plus sûrs moyens de combattre les préjugés et de venir en aide aux améliorations d'utilité publique, elle consacra la première et la principale partie de son rapport à l'exposé des notions générales qu'elle crut indispensables pour faire comprendre le mécanisme et l'épuration des eaux par le sol, et prouver le grand profit que l'agriculture peut tirer de l'irrigation, sans que la santé publique soit en aucune façon compromise. Nous allons donc trouver la théorie avant la discussion des faits de la pratique.

Le Rapport. — Les notions théoriques sur la combustion. — Qu'est-ce que l'eau impure des égouts? Comment peut-on la purifier?

L'eau des égouts de Paris contient environ 3 kilogrammes par mètre cube en matières suspendues et dissoutes. Les matières sont pour deux tiers d'origine minérale, pour un tiers d'origine organique.

Les substances minérales provenant en grande partie de l'usure des chaussées, n'apportent en elles rien de vénéneux comme les acides de l'arsenic qu'emploie parfois l'industrie.

Elles sont non pas nuisibles, mais gênantes. Charriées par le courant, elles se déposent en route, et remblayent le rivage de navigation. Si elles étaient seules, on s'en débarrasserait par des dragages, et tout serait fini.

Il n'en est pas de même des substances organiques. « S'il est, dit M. Schlœsing, une notion vulgarisée aujourd'hui, c'est celle de la circulation entre les trois règnes, de certains composés minéraux, l'acide carbonique, l'eau, l'acide nitrique et l'ammoniaque. Les végétaux les puisent dans le sol et dans l'air, les réduisent partiellement, c'est-à-dire en séparent et en rejettent une partie de l'oxygène, associent les restes de cette réduction et les organisent en procédés complexes d'une extrême variété, dont une portion alimente les espèces végétales. C'est la première moitié du cycle. La seconde commence quand les êtres organisés ont cessé de vivre; les composés qui les constituent se résolvent en leurs éléments primitifs, et leur décomposition restitue au sol et à l'air tout ce que la synthèse végétale leur avait emprunté. Pendant cette synthèse, de l'oxygène avait été éliminé et rejeté dans l'air; l'air doit donc, pendant la décomposition, rendre aux matières une quantité égale d'oxygène, afin que la restitution soit entière; c'est pourquoi la décomposition des êtres organisés est en définitive « une combustion ». Quand l'air peut pénétrer partout la matière qu'il faut brûler, la combustion directe et simple est si complète que l'azote même sortant de la combinaison est oxydé; les réactions chimiques sont alors parfaitement salubres. Mais si l'air fait défaut à tout ou partie de la masse, les phénomènes de la combustion deviennent ceux de la putréfaction. Les produits qui en résultent sont éminemment insalubres. A défaut de l'oxygène libre de l'air, la substance organisée prend de l'oxygène combiné dans l'eau, les sulfates, les nitrates. La combustion imparfaite exhale de l'hydrogène carboné, de l'hydrogène sulfuré, de l'oxyde de carbone. L'azote devient libre en partie, ou avec l'hydrogène forme de l'ammoniaque. La confusion, le désordre dominent. »

« Les eaux d'égout offrent des exemples très nets des deux genres de combustion. Sont-elles renfermées et stagnantes, ou emprisonnées au fond d'un lit de rivière, elles deviennent le siège d'une putréfaction intense ; sont-elles répandues sur le sol pour y couler dans l'intérieur et s'y mettre en contact intime avec l'air, elles subissent la combustion directe et complète : elles deviennent inoffensives. »

Effets de la combustion lente. — Observons maintenant les effets de la combustion lente sur les matières organiques roulées par les eaux d'égout. Elles sont solides et suspendues dans le courant, ou solubles et dissoutes.

Solides, elles se déposent avec les matières minérales le long de la rive droite, y forment des bancs qui vont jusqu'à Mantes et qui, sur leur épaisseur de 1 à 2 mètres, sont de véritables vases de marais. En été, on en voit sortir d'énormes bulles qui viennent crever à la surface et qu'on peut enflammer ; c'est de l'hydrogène carboné, le gaz des marais.

Solubles, elles sont plus dangereuses. Leur décomposition a des produits si variables qu'il a fallu, à l'analyse, tourner la difficulté. Dans les résidus d'évaporation, on cherche le carbone et l'azote organiques, c'est-à-dire engagés dans la combinaison. Le carbone, représentant au moins 50 pour 100 des substances, indique la quantité ; la qualité, c'est-à-dire l'énergie de la putréfaction, est mesurée par l'azote. Si la matière organisée est encore vivante au milieu des eaux, elle peut multiplier avec une rapidité foudroyante dans un organisme qui lui offrira un milieu favorable. Si elle est morte, elle commence une série de transformations qui la rendent apte à servir d'aliment à une série nouvelle de microzoaires. Elle est alors autrement avide d'air et enlève l'oxygène dissous aux eaux du fleuve. Si bien qu'on peut, par l'oxygène qui manque, apprécier la quantité de matière organisée en cours de putréfaction. Ainsi la Seine à Corbeil a 9 centimètres cubes par mètre cube ; après avoir

traversé Paris, au pont d'Asnières, elle ne garde que 6. Près des collecteurs d'Asnières et de Saint-Denis, le titre descend à 1 et il ne remonte qu'au delà.

Les ferments solubles et les ferments figurés menacent donc la santé publique, si les eaux, ainsi souillées, sont prises comme eau potable. L'analyse chimique n'est pas encore assez délicate pour tout dire; mais il y a un autre indice qui ne trompe pas, c'est le goût: une eau est mauvaise et doit être rejetée si elle a le goût de « croupi », si elle le prend au bout de quinze jours de repos. Les eaux des bonnes sources ne l'ont jamais.

Que faire d'une eau sale qu'on n'a plus le droit d'écouler à la rivière?

L'épurer ou l'envoyer à la mer.

Canal de Paris à la mer. — MM. Brunfaut et Passedoit ont soumis à la commission d'enquête des projets pour conduire les eaux d'égout de Paris, soit au-dessous de Rouen, à Canteleu, soit au delà même, à Quillebœuf, dans la Seine maritime, d'où les marées les auraient emportées en pleine mer.

Il s'agissait d'un canal unique, descendant, avec la pente de la vallée, de 0m,10 par kilomètre. A ce taux, des dépôts seraient restés en route, car la marche des vases dans les collecteurs exige des pentes quadruples de 0m,40 par kilomètre.

Les cultivateurs qui auraient voulu de l'engrais auraient dû venir le chercher dans le canal et l'en extraire eux-mêmes. C'est bien alors que la campagne aurait eu les inconvénients sans les avantages. D'ailleurs porter la masse des liquides infects à Canteleu, c'était transporter à Rouen le mal dont Paris voulait s'affranchir. Et quant aux marées, combien de fois auraient-elles promené en va-et-vient les immondices jusqu'au Havre? Ce n'étaient pas des solutions.

Dès lors, il fallait se tourner vers l'épuration.

L'épuration artificielle par filtration. — On a d'abord cherché

l'épuration par le filtrage et les procédés chimiques. Le plus grand et le meilleur exemple de filtrage est aux bassins des grandes Compagnies anglaises des eaux de Tamise. Les eaux troubles déposent d'abord dans des réservoirs au niveau de la rivère; puis des pompes jettent ces eaux clarifiées sur des couches de sable et gravier qui reposent sur un fond drainé. Les sources s'écoulent au-dessous, et par un deuxième relais de pompe, sont refoulées dans les réservoirs de la distribution.

Il n'y a là que moitié du travail d'épuration : les matières suspendues restent, il est vrai, dans les bassins de repos et sur les filtres. Mais les matières dissoutes, les ferments solubles et figurés dont nous avons vu les dangers, passent tout entiers avec les eaux.

Procédés chimiques. — Les procédés chimiques activent la précipitation des matières suspendues, sans toucher davantage aux ferments solubles.

En Angleterre, on a d'abord employé la chaux, puis la Compagnie l'ABC fit grand bruit avec un mélange d'alun, de sang (*blood*) et de charbon.

Le sang et le charbon étaient trop chers pour qu'on en employât beaucoup. Au fond, c'était l'alumine de l'alun qui opérait le collage, comme dans le procédé plus simple, plus net, de M. Lechâtelier. Dans le cours de 1876, un chimiste, M. Knab, monta une petite usine où il produisait la clarification des eaux à égout par les phosphates acides et ferrugineux de la Moselle.

Il croyait faire un engrais riche, bon à emporter, et des eaux qu'on pouvait répandre en irrigation sur des prairies. Mais tous ces procédés industriels aboutissent à une impasse, la dessiccation des vases de dépôt, et leur enlèvement par la culture à un prix convenable de vente. Presque partout les dépôts sont restés pour compte aux extracteurs, qui en outre

laissaient écouler en pure perte à la rivière la potasse et l'ammoniaque.

Et si les liquides doivent servir en irrigation, pourquoi ne pas leur donner à transporter ces vases dont on ne sait que faire, après qu'on les a si chèrement tirées d'un mélange qu'on destine tout entier à la culture?

Épuration par le sol. — Pour protéger les cours d'eau contre la décomposition putride des vases d'égout, on a donc essayé de la filtration sur des couches de gravier, et de la précipitation, du collage par les agents chimiques, chaux, alumine, phosphates, sels de fer et en zinc; on a clarifié, il est vrai, mais épuré, non.

« L'épurateur parfait des eaux chargées de matières organiques, dit M. Schlœsing, c'est le sol. Les eaux de sources, souvent si pures, si limpides et si fraîches, ne proviennent-elles pas d'eaux superficielles souillées par des débris de végétaux et d'animaux? Elles ont donc été purifiées par leur trajet dans l'intérieur du sol, et cela se comprend dès qu'on suit la marche de la nature.

« Quand des eaux impures sont venues sur un terrain meuble, les matières insolubles sont d'abord arrêtées par la surface comme par un filtre : c'est un simple filtrage mécanique qui commence le travail. L'eau alors descend plus avant, le sol s'en imbibe, chaque particule de terre s'enveloppe d'une couche liquide extrêmement mince; ainsi divisée, l'eau présente à l'air confiné dans le sol, une surface énorme; alors s'opère le second effet de l'irrigation, la combustion de la matière organique dissoute dans l'eau d'égout. On dit que le feu purifie tout, et en effet, il n'y a pas de matières organiques, si impures, si malsaines qu'elles soient, que le feu ne transforme en acide carbonique, eau et azote. Il se passe dans l'intérieur du sol un phénomène de même ordre, non plus violent et visible comme le feu, mais lent et sans signe exté-

rieur; ce n'est pas moins une combustion qui réduit toute impureté en acide carbonique, eau et ammoniaque. Il lui arrive même d'être plus parfaite que la combustion vive et d'oxyder, de brûler l'azote, d'en faire de l'acide nitrique, et c'est là le signe d'une combustion parfaite.

« Quant aux matières insolubles retenues à la surface, elles n'échappent pas davantage à la combustion lente, surtout quand un labour les a incorporées dans le sol. Tout ce qu'il en reste, c'est un sable extrêmement fin qui comptera désormais parmi les éléments minéraux de la terre. »

Ce terreau, qui reste mêlé à la couche arable, paraît nécessaire à la réaction, comme s'il contenait un agent animé semblable aux mycodermes qui, dans la fermentation du vin, transforment le sucre en alcool; la vie est presque toujours au fond des phénomènes.

Reste l'action de la végétation.

La plante évapore une forte partie de l'eau versée sur la terre; elle consomme l'ammoniaque et l'acide nitrique formés dans la période de combustion, elle abandonne des débris qui constituent ensuite le terreau. Voilà l'action de la plante dans l'épuration; elle existe déjà, mais petite, tandis qu'elle sera grande dans l'utilisation.

Marche. — Opérations intermittentes. — Les conditions à remplir pour obtenir une bonne épuration, se révèlent en observant la marche naturelle de l'opération. Il y a deux mouvements : celui de l'eau, celui de l'air. L'eau apporte le combustible, l'air livre les corps comburants, et il faut régler la mise au feu des impuretés à brûler, comme on règle l'alimentation d'un foyer, en bois ou en charbon.

Une fois que le sol a été ouvert, ameubli, drainé, nous ne pouvons plus rien sur l'entrée d'air; mais nous gardons la manœuvre des arrosages, et l'intermittence arrive forcément pour laisser au sol le temps de s'égoutter par le fond, à l'air le

temps de renouveler la provision d'oxygène qui doit exister dans la couche filtrante.

L'expérience peut indiquer des limites.

Le docteur Frankland, le maître ici, a formé au moyen de cylindres de métal ou de verre des types de chaque sol avec épaisseurs variables. On versait à la surface supérieure des quantités égales d'eau d'égout; on constatait si l'eau qui sortait au bas était limpide et pure, et l'on versait alors une nouvelle dose sur le filtre.

Dans le sable pur, avec les eaux des égouts de Londres, on pouvait aller à 50 litres par mètre et par jour, à 180000 mètres cubes par hectare et par an, quand on donnait 2 mètres d'épaisseur à la couche filtrante. M. Bayley-Denton l'a prouvé à Merthyr Tydvil. Il a monté l'épuration des eaux d'une ville de 50000 âmes avec des filtres de 2 mètres d'épaisseur, auxquels il a fait digérer de 180000 à 240000 mètres cubes par hectare et par an; l'épuration y est aussi parfaite qu'on peut le demander.

A Clichy, les ingénieurs ont répété l'expérience avec un prisme de 2 mètres en terrain pris dans la plaine de Gennevilliers. Sans aller à la limite, ils ont opéré au taux de 55000 mètres cubes par hectare. Le chiffre de 50000 mètres cubes, amené par la pratique libre des cultivateurs, n'a donc rien d'excessif.

Mais on voit combien l'intermittence des arrosages, pratiquée partout dans le Midi pour les eaux troubles ou chargées de fumier, a sa raison d'être.

Utilisation. — La restitution est aujourd'hui considérée comme un des meilleurs garants de la fertilité durable d'un pays. Le sol qui a fourni les produits d'alimentation d'une population, doit en recevoir comme engrais les débris, pour les faire rentrer dans le cercle de la vie.

Les eaux des égouts de Paris sont riches, et elles le deviendront davantage quand toutes les déjections suivront le sort

commun des immondices. En négligeant la potasse et l'acide phosphorique, en ne comptant que l'azote, les eaux tiennent déjà de 5 à 600 tonnes d'azote, représentant une valeur de 13 à 14 millions, et susceptibles d'engraisser 40000 hectares à la dose de 30 tonnes de fumier par hectare. Plus tard, quand on pratiquera le « tout à l'égout », c'est une étendue de 60000 hectares qu'il faudra considérer.

La Ville est tenue moralement d'épurer ses eaux, et il suffit pour cela de 2 à 3000 hectares, surfaces déjà difficiles et chères à trouver. Mais l'utilisation concerne les cultivateurs intéressés à l'alimentation du marché en légumes, en lait, en viande. Et ce progrès viendra sans nul doute, car le procédé de l'utilisation est encore l'irrigation.

Dès que l'irrigation s'établira dans une région pour y faire de l'épuration elle gagnera de proche en proche, comme une tache d'huile, et deviendra de l'utilisation, travaillant mieux, dépensant moins d'eau, marchant vers cette limite de 15000 mètres cubes, si souvent invoquée par les adversaires des projets d'aujourd'hui.

Ainsi la Ville, pour avoir rempli son devoir envers la vallée de la Seine par l'assainissement de la rivière, verra la grande banlieue pratiquer de plus en plus la restitution et créer cet échange entre les produits et les engrais, cette circulation qu'on a définie : « le circulus de plus court rayon ».

Ces principes posés et expliqués avec clarté, la Commission passe à l'examen des faits, et l'enquête les considère aux trois points de vue de l'emploi des eaux, de la salubrité et des intérêts matériels.

Emploi des eaux. — A Gennevilliers, en 1876, on constatait que l'irrigation partie de 5 hectares en 1860, atteignait déjà 220 hectares en 1875. L'usage des eaux est parfaitement libre; nul n'est contraint d'en prendre; chacun consomme ce qui convient à ses champs, ce qui va de 40 à 50 000 mètres cubes

par hectare et par an. La culture maraîchère domine, clairsemée de pépinières ou de fourrages, herbes, luzernes, betteraves, destinées à la nourriture du bétail; presque pas de céréales.

La terre est divisée en longues planches enveloppées par des rigoles; les plantes, placées en lignes, se mouillent par imbibition au moyen des eaux coulant dans les rigoles qui gardent au fond une croûte mince, légère, ressemblant à du feutre, quand elle est desséchée, et constituée en partie par des poils et du crottin.

Ces vases des fossés, on les incorpore au sol aux époques des façons de la culture. En hiver, l'irrigation conduite dans les sillons, y dépose un colmatage qui est une véritable fumure et améliore les terrains maigres des grèves, en leur donnant le terreau et l'engrais.

Aucun signe de putréfaction ne s'aperçoit quand on est au milieu des rigoles. Il y a une légère odeur, un peu fade, mais à peine sensible.

L'incommodité des émanations a été singulièrement exagérée, et elle ne peut ressembler à celle des tas de gadoues qu'on rencontre pourtant partout. Qu'est-ce que 100 kilogrammes de matières déposées en cent arrosages, sur une surface de 10000 mètres carrés? C'est une couche de 1 millimètre d'épaisseur, baignée par l'air et subissant la combustion lente avant qu'elle soit recouverte.

Mais les eaux qui filtrent dans le sol et descendent à la nappe des puits, méritent une attention particulière.

Inondations souterraines. — Les habitants de Gennevilliers se sont plaints de l'envahissement des caves et des carrières par des inondations. Des pièces d'eau ont vu leur niveau se relever, des arbres plantés sur les bords ont péri. Le mal vient-il des irrigations?

Il y a eu ici des modifications profondes apportées au régime des eaux souterraines depuis 1846, époque à laquelle M. Delesse dressa une carte hydrographique de la nappe, en ratta-

chant au sol par des courbes de niveau les altitudes de l'eau dans les puits. L'eau souterraine descend naturellement des couches du mont Valérien vers la Seine; et comme elle rencontre l'obstacle des grèves à traverser, il lui faut des pentes fortes, et variables d'ailleurs suivant les variations de composition de la masse filtrante.

Or, en 1868, le barrage de Bezons a relevé de 2 mètres le niveau de la Seine aux débouchés de la vallée. De 1872 à 1876, les années, de sèches qu'elles étaient, sont devenues pluvieuses; l'eau arrivant des hauteurs a augmenté. En même temps les irrigations ont apporté un contingent qu'on peut réduire d'importance vis-à-vis des deux autres causes, mais qu'on ne peut pas nier. La nappe a donc éprouvé des oscillations, des relèvements, et au point de vue d'une bonne épuration, leur influence ne peut être négligée. Là où la distribution est réglée en comptant sur un filtre de 2 mètres d'épaisseur, un relèvement de 1 mètre du niveau d'écoulement enlève la moitié de la puissance : la sécurité, les garanties n'existent plus.

Le remède est d'ailleurs tout indiqué : c'est le drainage assurant des voies d'écoulement suffisantes.

Le drainage doit accompagner l'irrigation.

Salubrité. — Abordons la question grave : la salubrité.

« La Ville, qui a repoussé loin d'elle l'insalubrité en affranchissant la Seine jusqu'à Asnières, et qui, par ses projets d'aujourd'hui, veut détruire le fléau, est-elle sûre que sa solution n'aboutira pas simplement à déplacer le mal, à le transporter au bas de la forêt de Saint-Germain, dans la région la plus belle des environs, la plus salubre, la plus aimée du Parisien et de l'étranger?

« La fièvre typhoïde envahit Gennevilliers depuis l'introduction des irrigations. Des mémoires de médecins le constatent et l'expliquent : le sol, gorgé d'immondices, est devenu un marais livré à la fermentation putride. »

Eh bien, répond la Commission, il n'y a pas de marais dans la plaine de Gennevilliers, et pas d'exemple d'un terrain cultivé devenu imperméable par des fumures excessives. Cette croûte qui voudrait se former est mise en pièces par la charrue ; l'air y pénètre en liberté, réduit, brûle les engrais, et la sortie devient égale à l'entrée.

Quant à la fièvre, indice remarquable, elle s'est développée en dehors du périmètre des irrigations, dans les parties nord-ouest du village, sous le vent d'anciennes mares abandonnées à des variations constantes. Le hameau des Grésillons, bâti au centre des arrosages, n'a pas de malades.

Encore ici, le drainage serait la première et la meilleure condition d'hygiène.

« Il est possible, dit l'opposition, que Gennevilliers soit protégé par les façons d'ameublissement continuelles des cultivateurs, et par des arrosages qui ne dépassent pas les besoins de la récolte. Mais il n'en sera plus de même sur les 1500 hectares qui doivent, au bout de l'aqueduc, former le régulateur des irrigations.

« La Ville, maîtresse chez elle, usera et abusera du filtre. Quand elle sera embarrassée d'une masse d'eau dont les clients libres n'auront pas voulu, le régulateur deviendra un dépotoir, une voirie, qui rendront la vie à la campagne impossible : le pays est perdu. »

Mais s'il y a un règlement d'eau et un service de contrôle, et les deux existeront, le dosage réglementaire de 50 000 mètres cubes par hectare et par an qu'on peut autoriser, sera respecté. Si d'ailleurs les terrains d'Achères, au bas de Saint-Germain, ne suffisaient pas, on en trouverait de suite au delà, sur les caps d'alluvion qui suivent, dans la plaine de Chanteloup, en face de Poissy, dans la plaine des Mureaux, en face Meulan ; il y a encore là 6000 hectares de grèves perméables, attendant l'irrigation pour s'engraisser.

En fait de dépôts laissés par les eaux, qu'est-ce que 10 kilo-

grammes de matières insolubles répandues sur un hectare avec son arrosage en un an? La pellicule de 1 millimètre laissée par chaque arrosage a deux ou trois jours pour se brûler à l'air et devenir inerte. Quant aux matières solubles emportées par les eaux, elles traversent un lit de sable pur où la nappe souterraine est à plus de 2 mètres, même dans le bas, vers la Seine. L'épuration par le filtre est donc assurée.

Saint-Germain et Maisons guériront du mal de la peur, comme on s'en est guéri à Gennevilliers, et l'on acceptera plus tard la transformation du désert en une campagne féconde.

Intérêts matériels. — L'intérêt matériel des populations traversées par l'aqueduc est-il de repousser les irrigations, dès que le motif toujours allégué de l'insalubrité n'existe pas?

Les études de M. Orsat sur le mouvement des valeurs financières et locatives à Gennevilliers, celles de M. Vilmorin sur le rendement des cultures arrosées, rétablissent et expliquent la vérité.

La presqu'île de Gennevilliers est un demi-cercle qui a pour centre le village, pour contours un cordon de limon déposé par la Seine sur la rive, et pour massif de ses 1400 hectares de champs labourés, des grèves de sables et cailloux reposant sur les calcaires fissurés de Saint-Ouen.

C'est un sol maigre, perméable et brûlant qui ne portait guère que des seigles et des pommes de terre, en dehors de la ceinture de prairies qui bordent la rivière. Ajoutons qu'il y a 7000 parcelles, tant le morcellement est descendu dans les partages.

L'irrigation a marché par secteurs compris entre les routes qui du centre habité descendent vers les ponts de Clichy, Saint-Ouen, Saint-Denis, Épinay, Argenteuil; ces routes sont la voie naturelle des conduites maîtresses, puisqu'elles rencontrent les chemins ruraux par lesquels passent les lignes du réseau secondaire qui aborde les parcelles.

Il faut du temps, et pour l'établissement de la canalisation, et pour le changement d'habitude qui fait succéder aux cultures sèches, les cultures arrosées, et pourtant le résultat est venu.

En 1872, après la guerre et la Commune, à la reprise du service, on comptait 24 hectares de terrains irrigués; en 1877, il y en avait 350, et il y en a aujourd'hui, au bout de douze ans, 600 hectares. Cela se comprend : l'eau d'égout apporte aux terres arides la fraîcheur et l'engrais; elles rendent deux récoltes, elles assurent 4000 francs de produit brut au lieu de 500 francs autrefois.

Aussi les valeurs vénales ont monté; les grèves qu'on louait avec peine 100 francs l'hectare, se louent 300 francs. Les terres, aux mêmes places qui rapportaient 150 francs l'hectare, se placent à 450 francs. Les prix ont triplé.

Donner aux parcelles l'eau et les chemins, c'est comme, aux maisons de Paris, assurer l'eau et le gaz à tous les étages.

On ne peut faire partout des légumes, cela est vrai; mais les besoins d'un marché comme Paris sont illimités. La culture fourragère n'a-t-elle pas à lui livrer du lait et de la viande quand la culture industrielle lui donnera le sucre et l'alcool? Propriétaires et fermiers n'ont donc qu'à gagner à l'utilisation d'une richesse perdue.

Résumé et conclusions. — La commission résume ainsi son avis :

L'infection de la Seine doit cesser dans le plus court délai. Elle est due aux matières organiques, suspendues ou dissoutes, qu'apportent les eaux d'égout, et dont ces eaux doivent être dépouillées avant de couler en Seine.

L'épuration par la combustion des matières organiques dans le sol, est le seul procédé connu donnant des résultats satisfaisants.

Cette épuration sera complète, s'il y a un sol assez perméable pour que l'eau y descende et que l'air y pénètre aisément, s'il

y a une régularité mesurée dans la succession des arrosages, si un drainage suffisant évacue les eaux épurées.

On doit toujours séparer deux questions trop souvent confondues, l'épuration des eaux d'égout, et l'utilisation agricole des principes fertilisants, des engrais que contiennent ces eaux. La Ville est tenue d'épurer, non d'utiliser; ici l'intérêt privé doit intervenir et agir. Comme les deux opérations ont pour principe commun l'irrigation, elles finissent par se confondre.

L'épuration conduit à l'utilisation. Le résultat que la Ville ne peut atteindre d'un seul coup viendra de lui-même, par des accroissements successifs.

La Commission insérait, au terme de son rapport, un jugement qu'on nous excusera de transcrire.

« La Commission tient à déclarer que son enquête la conduit à approuver dans son ensemble l'œuvre commencée à Gennevilliers.

« Elle tient aussi à témoigner de sa grande et sympathique estime pour les ingénieurs qui la dirigent. Quand les imperfections inévitables d'un premier établissement auront été corrigées et ne pourront plus servir de texte aux récriminations, il faudra bien que les préventions tombent, et que la justice soit rendue à l'œuvre et aux hommes qui ont mis à son service tout leur savoir et toute leur activité. »

Application. — L'assainissement de la Seine sous Paris allait-il arriver à la suite du rapport de la Commission? Non, et pour deux raisons : la vérité ne pénètre qu'avec du temps dans les esprits, et il restait en suspens une autre question, égale à la première qu'on venait de résoudre.

L'assainissement de la maison dans Paris n'était pas traité et l'amélioration y était nécessaire pour mettre le ménage parisien à la hauteur de propreté et de salubrité du ménage belge et anglais. C'est le débat passionné qui nous reste à retracer.

De si utiles leçons pourtant ne furent pas perdues. La plaine de Gennevilliers reçut quatre drains du gros diamètre de $0^m,45$, enfoncés à 4 mètres sous terre, allant chercher les eaux des carrières envahies, et déchargeant la ceinture qui enveloppe comme un fossé de défense les maisons de l'agglomération. Les drains qui débouchent en Seine au niveau d'étiage sont devenus des sources limpides et fraîches où l'on peut boire, parce qu'elles sont pures de matières organiques.

L'épandage en été est de 80 000 mètres par jour, et l'on ne constate aux embouchures du drainage qui domine les oscillations souterraines que 20 000 mètres environ, tant l'évaporation des plantes en cours de végétation est puissante : ces sources du drainage sont la preuve d'évidence de l'excellence des irrigations.

L'Exposition de 1878. — L'année 1878 fut prise d'ailleurs par les préoccupations de l'Exposition qui, à dix ans d'intervalle, rétablissait les relations de 1868. Toutes les nations répondirent à l'appel de la France, et chacune construisit un pavillon qui répétait sa propre habitation avec le luxe du confortable intérieur dans le Nord, avec l'éclat extérieur de l'art dans le Midi.

La ville de Paris eut un pavillon devant lequel se dressait le *Gloria Victis* de Mercié. La Cité, investie pendant cinq mois et supportant toutes les privations sans cesser d'espérer, avait le droit d'écrire : « Honneur aux vaincus ! » D'ailleurs elle y paraissait comme un État, avec le cortège des Beaux-Arts, avec les modèles de l'instruction et de l'assistance publique, avec les preuves de sa remarquable viabilité. L'assainissement avait sa place. Les eaux montraient leurs conduites et leurs réservoirs ; les égouts leurs voûtes à minces parois, leurs galeries à banquettes et à rails, leur canal émissaire portant bateau et se curant de lui-même par la vanne et le courant.

Une dernière galerie offrait aux yeux l'épuration des eaux

d'égout par l'irrigation dans la plaine de Gennevilliers. Un cylindre de verre montrait le travail de l'eau noire descendant dans un filtre de sable de 2 mètres d'épaisseur, et tombant en bas, limpide et pure. Les produits, dans leur variété, étaient amoncelés à côté : arbres, fourrages, légumes, fruits, lait, et le jury accordait une médaille d'honneur aux cultivateurs qui avaient risqué l'épreuve, et qui avaient su conquérir la qualité et la quantité dans ces récoltes nouvelles.

Mort de M. Belgrand. — Une perte avait précédé l'Exposition : M. Belgrand mourut au mois d'avril 1878, emporté par une maladie foudroyante. Il tombait au milieu du champ de bataille et la tête pleine du grand service qu'il n'avait pas eu le temps de raconter tout entier. Il laissait à ses collaborateurs le soin de finir ce que la postérité aime à trouver, le récit de la vie de travail d'un esprit supérieur.

SIXIÈME PÉRIODE

De 1880 à 1885.

I. ASSAINISSEMENT DE LA MAISON

I. COMMISSIONS DIVERSES

Direction unique des travaux. — Aux débats sur l'assainissement de la Seine fixé par les rapports d'enquête de 1876, succèdent les discussions non moins ardentes sur l'assainissement de la maison, discussions qui ont pour conclusion les avis de la Commission technique de 1883.

La solution n'est complète que quand on a vu d'ensemble Paris et la campagne.

La mort de M. Belgrand conduisait à l'unité du service des travaux. Aux voies publiques et aux promenades, à l'éclairage et aux constructions d'architecture, s'ajoutaient les eaux, les égouts, les irrigations, tout ce qui avait fait le domaine d'un homme éminent. M. Alphand hésita un moment à prendre un pareil fardeau, arrivant en surcharge d'occupations toujours urgentes. Puis l'attrait même de ces questions nouvelles et la certitude de trouver comme agent d'exécution un personnel exercé et dévoué, fixèrent ses irrésolutions : il accepta l'héritage de Belgrand et le poids de la direction unique : on verra comment il sut en user.

Circulaires de M. de Freycinet. — Dès 1878, M. de Freycinet, dans son passage au ministère des travaux publics, lança deux circulaires acceptées par ses successeurs : l'une concernant les voies de transport, et l'autre les eaux.

A l'égard des voies de transport, routes et chemins de fer, canaux, rivières et ports de mer, il fallait établir l'inventaire des lacunes ou des projets d'amélioration qui pouvaient assurer à la France un outillage en rapport avec les conditions modernes de l'exploitation. Un devis de 4 milliards n'effraya pas et fut engagé partout ; peut-être eût-il mieux valu imiter la prudence de la Belgique qui, concentrant ses ressources sur un seul point, a fait d'Anvers un port rival de Liverpool et Marseille.

Commissions; l'aménagement des eaux. — A l'égard des eaux, il s'agissait de les étudier dans les montagnes et dans les villes.

Ne peut-on pas, dans la montagne, emprisonner les crues torrentielles, les emmagasiner, pour les rendre peu à peu aux besoins de la culture et de l'industrie, aux irrigations comme aux forces motrices des usines? C'est ce qu'une Commission spéciale a formulé par des avis qui sont aujourd'hui la règle de l'administration.

Dans les villes, l'eau pure des sources est nécessaire aux populations. L'eau sale des égouts ne doit tomber aux rivières que si elle est épurée, revivifiée. Cette dernière partie du problème fut déférée à une commission qui comprit MM. Haussmann et Dumas, et qui eut comme président M. Alphand.

On s'entendit pour reconnaître aux villes le droit d'exproprier les sources dont la population aurait besoin. On eut plus de peine à se mettre d'accord sur le terrain des eaux d'égout. Les partisans de la chimie voulaient isoler les vidanges, les réserver aux usines de sulfates d'ammoniaque et d'engrais. Afin d'écarter l'épuration par le sol, on proposait de brûler partiellement, d'oxyder les matières organiques, en jetant les

eaux sur des piles de fagots par le procédé employé dans l'Ouest pour retirer le sel des eaux de mer, dans le Nord, pour refroidir les eaux de condensation. Enfin les idées simples l'emportèrent, et la Commission s'arrêta à des dispositions qu'un avis du Conseil d'État de 1880 a adoptées comme bases d'un règlement d'administration publique.

Avis du Conseil d'État. — « Il sera défendu de jeter dans les cours d'eau des matières encombrantes, des immondices pouvant porter obstacle au libre écoulement des eaux, ou susceptibles de rendre ces eaux insalubres et impropres aux usages domestiques.

« Les communes pourront autoriser le déversement dans les égouts du produit des fosses d'aisances, mais à la condition de justifier que les eaux de ces égouts ne seront écoulées dans les cours d'eau qu'après avoir été épurées.

« Les projets relatifs à l'épuration des eaux d'égout par le sol pourront être l'objet de déclarations d'utilité publique, autorisant l'expropriation des superficies nécessaires pour assurer la purification de ces eaux au point de vue de la salubrité. »

Comme dans la loi anglaise de 1874, nul ne pourra désormais porter atteinte à la pureté des eaux courantes, et pour permettre l'écoulement en rivière des eaux d'égout, on exigera qu'elles soient purifiées. On admettra qu'elles comprendront les vidanges, et on reconnaîtra aux villes le droit d'expropriation pour cause de salubrité publique.

Voilà les principes pour lesquels la ville de Paris va lutter à tous les degrés de juridiction. L'application commence par la plus grande commune de France se soumettant d'elle-même et d'avance à la loi.

La Note du Directeur (18 *octobre* 1879). — En 1879 le gouvernement et les chambres rentraient de Versailles à Paris.

Le Sénat devant reprendre ses séances au Luxembourg, la Préfecture de la Seine dut émigrer aux Tuileries, et s'installer provisoirement dans des baraquements au milieu des ruines, dans les murs vides du pavillon de Flore. Les constructions en charpente, le transport des bureaux sans arrêter d'un jour le service du public, la responsabilité d'incendie dont la menace atteignait de suite les chefs-d'œuvre des galeries du Louvre, tout cet immense détail mêlé aux commissions, aux audiences, aux expéditions d'affaires courantes, concernait la direction des Travaux. Et pourtant le 16 octobre 1879, quand le Conseil municipal ouvrit sa session, chaque membre trouvait devant lui la note du Directeur, étude complète de l'assainissement de Paris par l'eau et les égouts. Quelle était la situation et que fallait-il faire?

C'était la question posée par le Préfet de la Seine en 1854 dans son mémoire au Conseil, et les décisions avaient organisé la guerre de cette période contre l'insalubrité. Après vingt-cinq ans de lutte, il y avait à reprendre, à poursuivre, à grandir la transformation.

Les eaux en 1880. — Paris avait en moyenne 350 000 mètres cubes d'eau à dépenser par jour; mais les ressources, en cas de sécheresse ou d'accidents, pouvaient tomber de 350 à 250 000 mètres. Le service public du lavage des ruisseaux, de l'arrosage des rues et des squares, de la décoration des fontaines monumentales, prenait 250 000 mètres. Il fallait au service privé 125 000 mètres pour satisfaire à des abonnements de 90 000 mètres, car les écoulements à robinet libre ou à la jauge gaspillaient l'eau. M. Belgrand, pour créer l'usage, admettait l'abus; le gaspillage, d'après ses idées, augmentait le bien-être du ménage et en définitive profitait au lavage des égouts. Nous sommes revenus de cette excessive libéralité : aujourd'hui le compteur sert de frein, et traduit en argent l'eau que l'on consomme.

Le Conseil municipal demandant 7000 bouches de plus comme sécurité contre l'incendie, les fontaines monumentales ne devant plus tarir en plein été, il fallait ajouter 90000 mètres à la dotation du service public. Le service privé en réclamait 60000, attendu qu'il n'y avait encore que 40000 maisons ayant un abonnement, qu'il en restait 30000 à conquérir, et qu'en outre on allait rencontrer de nouvelles couches de consommateurs, si, imitant les Compagnies du gaz, on posait dans les escaliers des conduits arrivant à tous les paliers, et susceptibles d'envoyer un branchement dans chaque logement; l'eau et le gaz doivent monter ensemble à tous les étages.

L'eau exigeait donc un supplément de 150000 mètres.

Les sources de la Dhuis et de la Vanne, qui apportent 120000 mètres, pouvaient, au moyen d'acquisitions nouvelles, être augmentées de 20000.

Dès lors, avec 140000 mètres d'approvisionnement, il y a moyen d'attribuer à chaque habitant 70 litres par jour en qualité supérieure; les besoins domestiques seront alors satisfaits.

Les eaux de rivière. — Les 130000 mètres à donner au service public peuvent se prendre en rivière en amont de Paris, là où la Seine n'est pas encore salie et où l'eau, d'assez bonne qualité, pourrait, un jour d'arrêt des sources, être livrée en attendant à l'abonné. La machine à vapeur sera l'organe de puisage et d'élévation, car elle ne connaît ni les glaces ni la sécheresse, comme les moteurs hydrauliques. Elle travaille plus chèrement, il est vrai, mais elle marche ou s'arrête dès qu'il le faut; et comme elle est chargée de la réserve, elle a les qualités de sa fonction.

On adoptait un système de six machines égales à installer au port à l'Anglais, au-dessus du pont d'Ivry, dans la zone de défense, système déjà capable d'élever 80 000 mètres cubes

en vingt-quatre heures, aux réservoirs couverts du plateau d'Ivry à l'altitude de 85 mètres.

On assurait en outre l'approvisionnement en agrandissant de 80 000 mètres cubes la capacité des trois réservoirs de haut service, Gentilly, Charonne, Passy, et en coupant la canalisation dans Paris par un grand cercle et des diamètres en grosses conduites de $1^{m},10$.

Machines, réservoirs, conduites allaient à 18 millions, et la Compagnie des eaux offrait de prêter la somme dont les intérêts et l'amortissement eussent été couverts par la plus-value annuelle de 320 000 francs acquise aux recettes depuis quinze ans.

Mais comme tout le monde était à peu près d'accord sur le chapitre des eaux, le Conseil trouva des ressources ailleurs. L'usine d'Ivry s'éleva et entra dès 1883 dans les apports de la distribution.

Les égouts. — Les égouts amenaient les grosses questions. Quoique la longueur des voies publiques à Paris ne dépasse guère 800 kilomètres, il faut 1040 kilomètres de galeries pour établir l'ensemble du réseau souterrain, attendu que partout où existe la grande largeur, comme dans l'avenue de l'Opéra, la canalisation est double. Une galerie spéciale borde chaque maison sous le trottoir, de manière à raccourcir le plus possible les branchements de service privé. Du réseau utile de 1040 kilomètres, il n'y avait de construits que 620 kilomètres ; 420 kilomètres restaient en lacune, et coûteraient 50 millions en tenant compte des collecteurs à prolonger et des types anciens à changer.

Le plan financier du directeur fut celui de M. Belgrand en 1871, et il n'y en a peut-être pas d'autre, puisqu'on voit la même idée proposée dès le premier rapport de M. Mille sur l'irrigation.

C'est l'écoulement des vidanges aux égouts et la taxe obliga-

toire des chutcs, en appuyant la salubrité du fleuve sur l'épuration agricole des eaux.

La vidange à l'égout. — Le régime des fosses fixes fut un progrès au seizième siècle, sous Henri II, parce qu'il substituait des réservoirs étanches à des puits perdus infectant la nappe; aujourd'hui il est barbare; il établit dans chaque maison un dépotoir en fermentation; il représente la guerre à l'eau; le propriétaire ne veut pas payer 8 francs par mètre cube de liquide à enlever, et le locataire qui n'a pas le droit de laver les cabinets est tenu de vivre dans l'ordure. Les nuits où le vidangeur travaille sont un supplice, et les voiries où il faut porter les matières, rendent l'air insupportable à respirer aux populations voisines.

Autrefois il n'y avait que la voirie de Bondy, et le mal était localisé. Depuis la liberté de l'industrie, les usines de distillation d'ammoniaque et de fabrication de poudrette entourent Paris d'un cercle d'odeurs que le vent rabat parfois sur tous les quartiers.

Écoulement à l'égout. — Au procédé barbare de l'enlèvement il faut substituer l'écoulement.

Si, dans l'état actuel de la canalisation, on redoute le « tout à l'égout », pratiqué pourtant à Londres et à Bruxelles, on peut admettre le système diviseur.

Conseillés dès 1835 par les commissions dont Parent-Duchâtelet fut l'organe, les appareils diviseurs existent déjà dans bon nombre d'immeubles, et le décret de 1867 les a sanctionnés.

Tout propriétaire qui justifie d'un abonnement aux eaux de la ville peut installer chez lui des tinettes-filtres, perdre à l'égout les liquides, les 4/5 de la vidange, réduire les enlèvements au 1/5 au plus de solides, moyennant un droit de 30 francs par chute, perçu au profit de la ville. En 1879, déjà

14000 chutes rendaient 420000 francs. Comme il y a dans Paris 240 000 chutes, on peut prévoir de suite une rente de 4 millions. Avec ce revenu assuré on empruntera 100 millions, on exécutera pour 100 millions d'améliorations, l'achèvement de la canalisation mis en première ligne.

L'écoulement à l'égout va-t-il infecter l'air et les eaux? Les galeries deviendront-elles des foyers d'émanations au milieu desquelles les ouvriers ne pourront travailler? Des bouffées sortiront-elles par les bouches pour gâter l'air de la rue, ou remonteront-elles par les tuyaux de chutes, appelées par le tirage des foyers? Les germes de contagion vont-ils passer des déjections des malades jusque dans les voies respiratoires de la population valide? Bornons-nous à signaler ces objections; nous les reverrons plus tard discutées et éclaircies. Constatons seulement que la conséquence forcée de l'écoulement, c'est l'épuration parfaite des eaux d'égout.

Épuration des eaux d'égout. — Ici la lumière est faite par la commission d'enquête de 1876 et les belles recherches de son rapporteur M. Schlœsing. Le mal des eaux d'égout n'est pas dans les troubles des matières minérales, dans les sables qu'elles roulent et qui ne sont qu'encombrants. Il est dans les débris organiques, solubles ou insolubles, qui, sortant d'une combinaison organisée, tendent à rentrer dans le cycle de la vie.

A tout prix il leur faut de l'oxygène; s'ils n'en trouvent pas assez, leur combustion lente est incomplète et devient la putréfaction avec son infection et ses dangers. Si l'oxygène abonde, la combustion est complète et la réduction se fait sans la moindre atteinte à la salubrité.

La combustion lente qui s'opère à l'air libre est plus active que la combustion vive, car elle brûle non seulement le carbone, mais l'azote organique qu'elle nitrifie. De là vient qu'un sol perméable est encore le meilleur épurateur connu : il retient comme filtre à la surface les matières minérales, et brûle

comme foyer, dans sa couche profonde, les matières organiques. Il reste une croûte légère qui se mêle au terrain de culture; il s'écoule à la nappe une eau limpide, chimiquement pure de substances organiques, remplacées par des nitrates inoffensifs. Si le filtre, comme à Gennevilliers, consiste en graviers et sables perméables, laissant 2 mètres d'épaisseur de couche jusqu'à la nappe, on peut porter les dosages à 50 000 mètres d'eau des égouts de Paris par hectare et par an. Mais on ne doit pas oublier que l'épuration pour être complète entraîne deux conditions : 1° l'intermittence dans les arrosages, de manière à régler les rentrées d'air d'accord avec les entrées d'eau dans le filtre; 2° le drainage profond pour assurer le travail de la couche filtrante contre les oscillations de niveau de la nappe qui reçoit les eaux dépouillées.

Canal d'arrosage. — La commission d'enquête de 1876 a signalé avec force la différence qui sépare l'épuration de l'utilisation. Épurer, c'est perdre aux nappes souterraines, aux rivières, des eaux dépouillées et inoffensives. Utiliser, c'est tirer parti des ressources d'engrais que contiennent des eaux riches de tous les débris de l'alimentation. D'ailleurs le procédé d'application est des deux côtés l'irrigation, et dès qu'on commence à épurer on tend vers l'utilisation.

Les villes sont tenues d'épurer leurs eaux d'égout, car elles n'ont pas le droit d'envoyer à leurs voisins des liquides dont elles se débarrassent parce qu'ils constituent une gêne et un danger. Mais il appartient à l'État d'intervenir, lorsqu'il s'agit de réserver à la production du territoire des éléments de fertilité qui lui manquent. L'État doit aide et protection aux communes qui s'imposent des charges pour remplir un devoir public.

La ville de Paris va au-devant de ses obligations. Elle veut construire un canal d'arrosage qui, partant des machines de Clichy, traversera la presqu'île de Gennevilliers déjà acquise à

l'irrigation, franchira les territoires de Nanterre à Maisons, aujourd'hui hostiles aux branchements que certainement ils réclameront plus tard et aboutissant à un régulateur de 12 à 1400 hectares, pris dans les terrains domaniaux d'Achères, au bas de la forêt de Saint-Germain. La dépense des forces motrices et du canal de 12 kilomètres est de 10 millions; elle doit être augmentée de 3 millions pour la mise en valeur du domaine à défricher, à bâtir, à cultiver.

La Ville accepte donc une charge de 12 à 15 millions de construction, et chaque année l'exploitation entraînera un crédit d'environ 2 millions, car il y a 100 millions de mètres cubes à élever et à distribuer, et chaque mètre cube coûte près de 2 centimes.

La Ville, entreprenant dans un but d'utilité publique l'assainissement de la Seine, a bien qualité pour obtenir de l'État la cession à prix modique de 12 à 1400 hectares de terres désertes, nécessaires comme régulateurs des arrosages.

L'État d'ailleurs gardera le contrôle, soumettra l'opération à un règlement, et son action de surveillance sera la garantie des populations voisines contre le fantôme de dépotoir dont les menacent les adversaires du projet.

Plan d'ensemble. — « Le problème de l'assainissement de Paris et des territoires qui l'entourent, dit en finissant le directeur, est donc complexe. La Ville a fait déjà de grands sacrifices pour le résoudre; il faut qu'elle achève son œuvre en adoptant un plan d'ensemble réunissant tous les éléments nécessaires à la salubrité des grandes agglomérations. »

Conditions légales. — Les questions relatives aux eaux pures pouvaient se régler par des mesures d'intérieur prises par le Conseil municipal dans sa liberté d'action; mais la taxe de 30 francs par chute applicable au projet de la Ville, dès que l'écoulement des vidanges à l'égout deviendrait obligatoire,

exige une loi; il faut encore une loi pour déclarer d'utilité publique le canal d'arrosage avec les cessions des terrains domaniaux destinés à servir de régulateurs aux irrigations. Ce sont les deux questions que nous allons voir passer au Conseil municipal et au Conseil des ponts et chaussées, avant qu'elles soient portées aux Chambres.

Discussions au Conseil municipal (1881). — Au Conseil municipal l'affaire eut pour rapporteur M. Deligny, énergique et pénétré du devoir d'améliorer par l'eau et les égouts l'hygiène et la propreté des quartiers déshérités. S'appuyant sur la note du Directeur qui reste le tableau complet de la situation de l'assainissement en 1880, M. Deligny va droit au but. Chaque rue doit avoir un égout, et chaque maison doit, par un branchement, aborder la galerie publique. Dès lors à la surface, plus d'eaux ménagères et un nettoyage facile. Au-dessous les conduites d'eau circulent, envoyant dans chaque logement la part qui lui revient, pendant que les logements lavés à grande eau perdent de suite à la voie souterraine tous leurs liquides sales, toutes leurs vidanges. La maison est débarrassée de ces fosses qui sont des foyers d'immondices en fermentation. La propreté, l'air respirable existent. La Ville doit donc achever son réseau d'égouts en commençant même par les rues où les conduites d'eau ne coulent pas encore. La dépense de construction de 400 kilomètres coûtera de 40 à 50 millions. Mais la mesure porte en elle-même sa solution. Quand la Ville ouvre ses égouts à la maison, elle a le droit de réclamer une taxe représentant le service rendu, taxe payée jusqu'ici aux Compagnies de vidanges. Le droit d'ailleurs s'est développé de lui-même.

Il y a aujourd'hui 14 000 chutes payant volontairement chacune à la Ville un impôt de 30 francs. Si les 270 000 chutes que renferment les 70 000 maisons de Paris étaient soumises à la taxe, il y aurait une base de revenu de 7 millions, très suffisant pour achever en dix ans le réseau souterrain; et pour

construire le complément obligé de l'opération, le canal d'arrosage qui portera aux grèves des presqu'îles de la vallée de la Seine les eaux d'égouts à traiter par l'épuration du sol.

« Et ce n'est pas là une utopie ; la commission supérieure, nommée en 1874 pour étudier l'aménagement des eaux du territoire, a examiné la question sous toutes ses faces; elle a conclu par un avis que le Conseil d'État a converti en un projet de règlement d'administration publique. Le droit à une taxe est reconnu aux villes qui ouvrent leurs égouts à l'écoulement des vidanges privées, et l'on accorde le bénéfice de la déclaration d'utilité publique aux projets étudiés pour revivifier par l'irrigation les eaux d'égout et rétablir la pureté des eaux courantes. »

L'opposition qui voulait sauver les compagnies de vidanges dont l'industrie était menacée, observait que le rapporteur allait plus loin que le Directeur lui-même. Aux tinettes-filtres n'écoulant que les 4/5 des vidanges, il substituait le « tout à l'égout », il établissait en faveur de la Ville un monopole qui, ruinant les compagnies, ne pouvait s'établir sans une indemnité préalable. Était-on bien sûr, d'ailleurs, qu'en recevant les solides dans les égouts, on n'allait pas porter atteinte à la santé publique? En allant trop vite on s'exposait à l'inconnu; mieux valait retarder, consulter, étudier encore.

Le Directeur répondit à ces arguments qu'il fallait dix ans pour construire le réseau, et que, dans ce délai, les compagnies auraient le temps d'user leur matériel, de faire leur liquidation et de se transformer. Quant à la santé publique, elle était sous la sauvegarde du Conseil de salubrité, auquel tout règlement serait d'abord soumis. Il y avait une grande mesure d'intérêt public à fixer : c'était l'assainissement de la Seine, infectée et salie jusqu'à Mantes. Il fallait avoir l'énergie de prendre les deux décisions qu'appelait la salubrité au dedans et au dehors, l'écoulement aux égouts avec la taxe obligatoire, l'épuration des eaux d'égout avec le canal d'arrosage. Paris, quoi

qu'on en ait dit, est la tête de la France; ce que fait Paris, toutes les villes le répètent.

Le Conseil fut entraîné, et l'affaire, portée au Ministère des travaux publics, put subir l'examen du Conseil des ponts et chaussées.

Discussions au Conseil des ponts et chaussées, 1883. — M. Pasteur venait de faire connaître ses beaux travaux sur les maladies charbonneuses des animaux de la ferme. Avec l'indépendance de sa conviction, il avait répondu, lorsque dans une séance de la Société d'agriculture on lui avait demandé son avis sur les projets de la ville de Paris : « Je n'en prendrai pas la responsabilité. La science avait admis jusqu'ici que la terre dévorait les germes de contagion; or, j'ai prouvé que les bactéridies charbonneuses d'animaux enfouis peuvent être rapportées par les vers à la surface du sol, s'attacher aux végétaux et empoisonner le mouton qui broute l'herbe infectée. Il serait possible que le virus mêlé aux déjections qu'on enverra aux égouts, reparût vivant dans les champs arrosés, et qu'il y eût alors une sorte de va-et-vient des germes de contagion, entre les produits de la culture et les marchés de consommation. »

La réponse sortira plus tard des découvertes mêmes de M. Pasteur sur le virus atténué.

En outre, après l'été de 1880, Paris avait été envahi par des odeurs insupportables : venaient-elles du sol, remué dans ses profondeurs par les travaux d'égout; venaient-elles des usines de produits ammoniacaux, formant un cercle d'investissement autour de l'enceinte? On ne le pouvait reconnaître.

M. Sainte-Claire Deville. — Alors M. Sainte-Claire Deville, membre illustre de l'Académie des sciences, intervint de lui-même, analysa les déblais des fouilles, y constata la présence d'huiles essentielles dues aux fuites de gaz, et de matières fécales qui avaient probablement filtré hors des fosses de vidanges.

Il déclara les goudrons de gaz plus favorables qu'insalubres, puisqu'on les emploie souvent comme désinfectant. Mais, inquiet des filtrations des fosses, il proposa de remplacer par des fûts métalliques les citernes en maçonnerie, de manière que, sans perte possible, les vidanges fussent portées aux usines et traitées par le feu qui détruit ou paralyse les germes.

M. Aubry-Vitet. — Enfin, dans une sphère de publicité étendue, la *Revue des Deux Mondes*, en octobre 1880, insérait une étude de M. Aubry-Vitet sur la « question des égouts ». La note, bien écrite, facile à lire et à comprendre, mettait en avant, comme solution simple, le traitement des eaux par la chaux et la décantation. M. Aubry-Vitet voyait fonctionner sous ses yeux, à la grande papeterie d'Essonne, le procédé appliqué aux liquides troubles et épais qui sortaient de l'atelier chargés de pailles, de feldspath, de matières colorantes. Avec un filet d'eau de chaux, avec des bassins qui recevaient au passage les dépôts du collage, l'usine pouvait restituer limpides à Essonne les 10000 mètres cubes qu'elle en tirait chaque jour.

Les plaintes des riverains avaient cessé, la rivière était claire et le poisson y vivait. Pourquoi ne pas saisir des moyens si simples? Avec eux on n'avait nul besoin d'aller troubler les populations de Saint-Germain; la Seine ne recevrait plus que des eaux dépouillées et acceptables.

M. Aubry-Vitet glissait sur deux points essentiels : les eaux clarifiées ne sont pas épurées, et les vases des bassins de dépôt, alourdies par la chaux, pauvres d'engrais, n'étaient bonnes qu'à devenir des remblais pour des fonds de marais.

La Commission du Conseil. — C'est au milieu de cette émotion que se réunit en novembre 1880 le Conseil des ponts et chaussées. Il commença par nommer une commission de cinq membres et leur confia l'instruction.

Pendant sept séances, la commission entendit, interrogea les

ingénieurs du service municipal, et surtout leur directeur dont la parole trouvait réponse aux incidents qui naissaient à chaque pas, tant la question touchait à l'avenir aussi bien qu'au présent. Puis on admit les opposants, le Comité de défense représenté par le maire de Saint-Germain et M. Duverdy, avocat exercé chargé de la cause depuis les enquêtes de 1874.

Audition du Comité de défense. — Les collecteurs, disait le Comité, versent déjà 300 000 mètres par jour; bientôt ils en auront 450 000, car la Ville compte porter à ce taux la distribution des eaux, et c'est ce cube énorme qu'on veut répandre régulièrement sur 12 à 1300 hectares, sur le tiers de la forêt de Saint-Germain! Que peut-on en faire? Il n'y a que trois procédés : ou la culture libre, et elle est impossible avec l'obligation d'employer ce qui viendra chaque jour en toutes saisons, des collecteurs; ou les herbages tenus en régie; mais la prairie sera bientôt étouffée par les dépôts d'ordures animales et végétales; ou le filtre nu, sans végétation, et il y faudra venir, quitte à défoncer et retourner sans cesse par des labours une croûte épaisse d'immondices.

Quelles émanations, quels brouillards vont s'élever de cette fange étendue sur 1200 hectares, surtout quand le « tout à l'égout » s'appliquera à Paris, comme le veut le Conseil municipal!

Peut-on dès lors être surpris de la résistance énergique des populations, quand, pour établir un pareil foyer d'insalubrité, on choisit un massif de forêts qui commencent à Versailles et Marly pour aboutir à Saint-Germain, massif d'ombrages qui sont le charme et la protection d'une région de villégiature?

A cette critique le Comité de défense ajoutait subsidiairement la demande d'une « enquête nouvelle ». Tout a été modifié depuis 1870. Au lieu d'une irrigation qui devait couvrir 6000 hectares, les projets des ingénieurs, repoussés par nombre de communes, se bornent aujourd'hui à 2000 hectares, y compris les 800

hectares de Gennevilliers. En même temps qu'on réduit les surfaces, on aggrave les conditions d'épuration. Il y aura 450000 mètres cubes au lieu de 300000; les eaux d'égout, telles qu'elles sont aujourd'hui, seront à bref délai additionnées de vidanges; on avait annoncé, prévu un cube de 50000 mètres par hectare et par an. On ira forcément au double, et alors, plus de cultures possibles; rien qu'un filtre nu, sans végétation, un immense dépotoir de 12 à 1300 hectares.

« Ce serait violer la loi que de ne pas accorder d'enquêtes nouvelles à des dispositions si différentes de ce qu'elles étaient d'abord. »

Dans ces objections répétées pour la plupart sans tenir compte des réponses faites par la commission de 1876 sur le rôle admirable de la combustion lente opérant à travers un sol perméable, il y avait un point d'attaque habilement choisi : c'était l'appel à une nouvelle enquête.

Était-ce une réclamation fondée? Nullement. Les ingénieurs, en supprimant dans leurs projets modifiés les communes qui refusaient l'irrigation, appliquaient à l'avance le principe de libre usage des eaux accordé à la culture sur la ligne de parcours du canal. A l'extrémité, au bas de la forêt, les terrains du régulateur d'Achères restaient ce qu'ils étaient dans leur destination première, la garantie d'épuration de toutes les eaux d'épuisement des collecteurs. Serait-ce un dépotoir nu, travaillant à 100000 mètres cubes par hectare, avec des eaux doublement infectes? Pas davantage. L'administration supérieure fixait le chiffre de 50000 mètres cubes; elle l'inscrirait dans un règlement, elle le ferait respecter par les agents du contrôle; rien ne serait fait à l'égard de l'écoulement des vidanges, qu'après une instruction du Conseil de salubrité. Il était d'ailleurs admis que si le régulateur d'Achères ne suffisait pas, on irait dans les grèves des presqu'îles qui suivent, chercher le complément.

Enfin, et cette raison était grave, il y avait au point de vue

de l'ordre un véritable danger à recommencer les enquêtes : c'était remettre la vallée en feu, et ajourner indéfiniment l'assainissement de Paris et de la Seine, de la ville et du fleuve. Ces motifs graves firent impression sur le Conseil qui, dans une dernière réunion présidée par le ministre lui-même à la fin de décembre 1880, arrêta son avis.

Avis du Conseil des ponts et chaussées. — Le Conseil se dégage d'abord du projet de loi sur la taxe de l'écoulement obligatoire des vidanges aux égouts : l'affaire doit préalablement subir l'examen du Conseil de salubrité.

Mais il retient la question de l'assainissement de la Seine qu'il regarde comme de première urgence, et remarquant que les terrains d'Achères, au bas de la forêt de Saint-Germain, ont subi, comme champ d'épuration, les enquêtes de 1876, il accorde aux projets modifiés des ingénieurs le bénéfice entier de la déclaration d'utilité publique.

Il spécifie alors les garanties en faveur des populations.

Le ministre réglera chaque année le cube à verser par hectare sur les terrains du régulateur d'Achères, et ce chiffre est provisoirement fixé à 50000 mètres cubes.

La Ville fera étudier de suite le prolongement du canal, pour être prête à livrer un complément aux surfaces d'opération.

Elle maintiendra comme elle le propose elle-même un rideau de forêt, d'un kilomètre de profondeur, le long du parc de Maisons.

Le ministre donnait le 28 juillet 1881 son approbation à l'avis du Conseil des ponts et chaussées.

Toutes les conclusions de la Commission d'enquête de la Seine en 1876 se trouvaient pour ainsi dire jugées en appel et confirmées.

Mais il restait en arrière un point qui n'était pas fixé : « Les vidanges iront-elles aux égouts ? » C'est sur cette question que rouleront maintenant tous les débats.

Commission des odeurs de Paris. — Dans les mois d'août et de septembre 1880, après des vents du nord persistants et des chaleurs lourdes, Paris fut soumis à des odeurs infectes qui motivèrent une campagne de la presse contre l'insalubrité de la capitale. On accusa d'abord les usines de la banlieue, celle de Nanterre surtout, qui chassaient sur les quartiers du « West-End » leurs fumées ammoniacales. Puis l'orage tourna sur les égouts, quand le malheur de cinq égoutiers, morts d'asphyxie dans la galerie Rochechouart, par suite de vidanges clandestines, frappa l'attention publique.

On accusa l'administration : les intérêts coalisés profitèrent de l'occasion, et l'on réclama le retrait des dispositions préparant le « tout à l'égout ».

Le ministre du commerce, chargé de l'hygiène publique, crut devoir intervenir. Il réunit une Commission qui comprenait les noms les plus respectés de la science, MM. Pasteur, Wurtz, Brouardel, Girard, Schlœsing, avec mission de pénétrer les causes du mauvais air, et d'en indiquer les remèdes. La Commission se divisa en trois sections pour étudier l'infection du dedans par les égouts, l'infection du dehors par les usines, le déversement des eaux d'égout dans la Seine. M. Pasteur appliquait alors en grand les principes de la vie des infiniment petits, les microbes virulents qui inoculent la mort, les microbes à virus atténué qui procurent l'immunité. Avec le calme de la puissance sûre d'elle-même, il avait annoncé à l'avance combien, dans les épreuves de Seine-et-Marne, il y aurait d'animaux qui succomberaient, combien il y en aurait de sauvés. Occupé de ces expériences, il prenait ici peu de part aux discussions; mais son influence dominait, on ne voulait que d'un avis qu'il pût accepter.

Vidange atmosphérique de M. Berlier. — Un procédé d'exploitation paraissait d'ailleurs rentrer dans les idées de la Commission ; c'était la vidange atmosphérique qui avait

réussi à Lyon, organisée par M. Berlier. L'idée n'était pas nouvelle; le capitaine Liernur l'avait appliquée à un quartier d'Amsterdam, mais M. Berlier y avait introduit des perfectionnements mécaniques. Chaque maison reçoit, à la place de la fosse, un fût métallique et hermétique de 1 mètre cube de capacité environ, avec panier grillé de filtrage en tête. En bas se trouve un robinet d'arrêt et un branchement sur une conduite publique qui aboutit à un réservoir de vide. Si l'on ouvre les robinets d'arrêt qui sont dans la ligne des maisons d'une même rue, le réservoir pneumatique fera appel, et tous les fûts se videront d'eux-mêmes.

Le réservoir une fois plein, et les robinets fermés, la machine qui travaillait pour opérer le vide d'aspiration peut refouler vers les usines les matières qui seront utilisées ou desséchées sans avoir pris l'air, et en livrant à la chaleur des foyers les microbes infectieux que les défécations des malades peuvent avoir entraînés. Les garanties de protection paraissaient complètes et entièrement conformes aux théories de M. Pasteur.

La Commission, comptant alors qu'elle avait dans la main un procédé sûr et en accord avec ses convictions scientifiques, n'hésita plus dans ses conclusions et les formula nettement.

Conclusions de la Commission des odeurs de Paris. — « Il est imprudent d'autoriser un système de vidanges qui, en envoyant à l'égout les déjections des habitants de la ville, accumuleront dans les conduites en communication avec la voie publique des matières dans lesquelles se trouveraient les germes de maladies contagieuses.

« La Commission ne pourrait approuver qu'un système de canalisation étanche qui aurait pour effet de supprimer toute communication entre les matières excrémentielles d'une part, et l'air et les terrains environnants d'autre part.

« Sous la réserve que les matières seront exclues des eaux

des égouts de Paris, les eaux de ces égouts peuvent être épurées par le sol. »

Quant aux usines, le programme leur imposait des progrès essentiels. Plus de dépotoirs et de voiries à l'air libre. Partout le traitement des matières doit se faire en vases clos, fermés hermétiquement au moyen de couvercles métalliques; tous les gaz, toutes les buées doivent passer sur des foyers d'appel pour s'y brûler sans s'y mêler à l'air des ateliers.

Ainsi la vidange pneumatique et une canalisation métallique conduisant à des usines qui devront travailler en vases clos et brûler leurs gaz et leurs vapeurs; enfin l'épuration par le sol des eaux d'égout, sous la réserve que les matières de vidanges ne s'y mêleront pas, voilà le programme d'assainissement que voulait réaliser la Commission des odeurs de Paris en 1881.

II. COMMISSION TECHNIQUE DE 1883

Nomination de la Commission technique (25 *octobre* 1882). — Ces conclusions étaient le renversement des idées de progrès poursuivies jusque-là par l'administration municipale. Aux grandes œuvres qui fonctionnaient, à la distribution d'eau qui devait monter à tous les étages pour laver, nettoyer tous les réduits des logements pauvres; au réseau souterrain qui devait dans un courant libre et par la pente, noyer, entraîner tous les résidus de l'habitation, de quelque nature qu'ils fussent, pour les porter sans arrêt jusqu'au champ d'épuration, on substituait deux hypothèses : la vidange pneumatique qu'on allait essayer, et des usines à feu qui devaient brûler ces odeurs d'ammoniaques composées qui jusqu'ici gâtaient l'air respirable et étaient l'effroi des populations voisines.

Un pareil jugement ne pouvait être accepté sans appel.

Le préfet de la Seine répondit par l'arrêté du 25 octobre 1882 instituant une Commission technique qui eut pour programme

« de rechercher et de proposer le meilleur procédé pour substituer au système actuel de vidange un mode d'évacuation des déjections humaines, plus conforme aux lois de l'hygiène. »

La liste comprenait trente-six noms, pris parmi les ingénieurs, les architectes, les médecins, les hygiénistes qui s'étaient spécialement occupés de salubrité, et apportaient le concours de leurs études et de leur indépendance personnelle.

L'opposition était représentée par deux des rapporteurs de la Commission de 1881, MM. Brouardel et Girard. La direction et la présidence étaient remises à M. Alphand, directeur des travaux de Paris, et à M. Bouley, membre de l'Institut, ami profond de M. Pasteur. Les fonctions très chargées de secrétaire étaient confiées à l'intelligente activité de M. Durand-Claye.

Division en sections. — La Commission se réunit en novembre 1882, et, dès le début, elle sentit la nécessité de se partager en sections, prenant chacune une portion déterminée des recherches, quitte à ne prendre sa décision qu'en assemblée plénière. Un membre, M. Vauthier, proposa l'ordre logique : considérer la maison comme la gare de départ, suivre les déjections dans la voie de transport, les égouts; aboutir à la gare d'arrivée qui est le champ d'épuration ou l'usine. La division adoptée ne fut pas très différente : une section prit la maison et ses appareils; elle choisit pour tête M. Bailly, architecte, membre de l'Institut.

Les égouts qui donnaient lieu à deux questions opposées, le libre écoulement ou le « Tout à l'égout », et la vidange pneumatique ou le « Rien à l'égout », eurent deux sections distinctes, l'une travaillant sous M. Chatoney, inspecteur général des ponts et chaussées, l'autre sous M. Colin, médecin en chef militaire.

Enfin l'affranchissement de la Seine par l'irrigation ou les usines, appartint à M. Fauvel, médecin en chef des épidémies.

Il fut admis que, pour éclairer les discussions, il y aurait des voyages à Bruxelles et Londres, où se pratique le libre

écoulement, et à Amsterdam, où la vidange pneumatique a été organisée, dans un quartier, d'après le système du capitaine Liernur.

Voyages. — Ces voyages eurent lieu en mars et avril 1883, et il est presque inutile de dire que l'accueil fut partout d'une extrême courtoisie. A Bruxelles, le Conseil communal offrit un banquet dans l'Hôtel de Ville, le plus historique, le plus beau de la Belgique par son architecture du quinzième siècle, sa flèche et les maisons de corporation qui l'entourent. A Amsterdam le bourgmestre faisait à la députation française les honneurs du canal du Nord et, sur le steamer, portant un toast à ses invités, il comparait la Hollande, dominée par la mer et ses tempêtes, au vaisseau de la ville de Paris toujours battu des flots et jamais englouti. A Londres, c'était Claremont, résidence presque royale du duc d'Albany, qui montrait dans ses détails d'hygiène un aménagement perfectionné.

Ces voyages, par les faits d'évidence, par les renseignements mis partout à la disposition des visiteurs, firent les convictions et méritent un récit.

Bruxelles. — *Écoulement des vidanges à l'égout.* — Bruxelles, ville de 400000 âmes avec 40000 maisons, est bâtie, moitié dans la plaine de limon de la Senne autour de l'Hôtel de Ville où est le quartier des affaires, moitié sur le coteau des sables du parc où sont les habitations riches. La jonction se fait par la rue Montagne-de-la-Cour, qui appartient aux magasins de luxe.

La distribution d'eau n'a guère que 30000 mètres cubes d'eau de source, mais il lui faut ajouter autant en eau de pluie qu'on conserve en citerne. La canalisation du drainage est tracée avec des galeries de 2 mètres de hauteur, faciles à la circulation des ouvriers.

Le réseau reçoit des tuyaux de briques ou de grès de $0^m,30$,

partant des maisons particulières; il aboutit aux deux collecteurs latéraux qui, comme la Senne couverte aujourd'hui, passent sous le boulevard Anspach, grande voie qui unit les deux gares du Nord et du Midi, et qui a remplacé les ruelles malsaines de la Cité devenues le foyer de la fièvre typhoïde.

Chaque famille occupe en général une maison. La ménagère belge qui lave les bois et les dallages au grès et au savon noir, tient dans le plus pauvre logement le « privé » avec une extrême propreté; toutes les eaux sales, vidanges comprises, vont à l'égout en traversant un « coupe-air », fermeture hydraulique formée d'un diaphragme qui plonge de $0^{m},03$ dans une cuvette liquide. Là s'arrêtent les solides qu'on peut enlever à la main, tandis que les eaux se déversent dans le branchement.

Même disposition à l'égard des rues, pavées en général, ayant peu de macadam et relativement moins de chevaux et de voitures qu'à Paris. La bouche sous trottoir, petite et en fonte, renferme une cuvette qui récolte les solides du balayage et qu'on nettoie avec une cuiller de dragage. Il n'y a donc, arrivant sur le radier des galeries, que des vases mêlées aux matières de vidanges. Le curage s'opère par des chasses au moyen du boyau et de la lance à incendie. L'ouvrier aide par la poussée au rabot le flot qui tombe aux collecteurs pour être livré à l'action des wagons-vannes. L'émissaire finit à Haerem, à 5 kilomètres de Bruxelles. Là des pompes à vapeur sont capables d'envoyer un cube de 100 000 mètres par jour dans la Senne d'aval, et attendent qu'on puisse répandre les eaux d'égout en irrigation sur les sables du plateau de Loo.

Les galeries ne sont pas partout irréprochables de propreté. Les drains de service privé sortant à des hauteurs inégales, salissent les parois; dans les parties où la pente fait défaut, on rencontre des amas de sables et de matières laissés sur place depuis plus d'un an. Pourtant aucune odeur ne monte dans la rue par les jours des trappes de regard. Ce qui est essentiel à noter, c'est que le chiffre de la mortalité a baissé

avec le progrès de l'écoulement à l'égout, écoulement d'abord interdit, puis toléré, et enfin prescrit depuis que la distribution d'eau s'est introduite partout dans les habitudes domestiques.

Le chiffre de 28 pour 1000 en 1847 tomba à 24 dès 1877.

Les grands percements ont leur part dans le résultat, mais certainement l'hygiène publique n'a pas souffert de la mesure qui a affranchi la maison. Ajoutons qu'on cherche à régler la ventilation de manière qu'il n'y ait nulle part d'air confiné ou comprimé dans les conduites et les galeries. Sinon, le mauvais air traversera les coupe-air, et passera de l'égout dans l'habitation : il faut des communications libres avec l'atmosphère, principes que nous retrouverons à Londres.

En résumé, à Bruxelles, les conditions de l'écoulement des matières de vidanges sont imparfaites, et pourtant elles sont inoffensives à la santé publique.

Amsterdam et la vidange pneumatique. — Amsterdam a 300 000 âmes de population, et 30 000 maisons qui se serrent autour des canaux concentriques, dont l'Amstel forme l'axe avec le port sur le Zuiderzée comme diamètre de base.

La ville est bâtie sur pilotis; l'eau y est à 2 mètres environ en contre-bas du sol. Les canaux servent à tout: ils apportent aux magasins de commerce les marchandises, aux maisons de famille les approvisionnements; livrent en même temps les eaux de lavage si employées par la propreté hollandaise, reçoivent en retour les eaux de ménage et industrielles, souvent même des vidanges. Ils sont voies de transport, réservoirs d'eau, collecteurs; et comme le mouvement des marées y est à peine sensible, la stagnation y développe pendant les chaleurs des odeurs d'une insalubrité à laquelle on cherche remède depuis longtemps.

Eaux. — Le premier soin était d'avoir de l'eau; outre les pluies gardées dans les citernes, on prenait autrefois l'eau du

Vieux Rhin, apportée à Utrecht par bateau. Actuellement une compagnie distribue les eaux récoltées dans le drainage des sables aux dunes de Harlem, à 10 kilomètres. Ce sont des citernes naturelles qui peuvent emmagasiner une réserve de 100 000 mètres cubes dans laquelle on puise par machine pour servir à robinet libre 16 000 maisons.

Drainage. — Le drainage est le problème difficile. Il n'y a pas de galeries à construire dans un terrain noyé à 2 mètres sous le sol. On ne peut poser que des tuyaux envoyant aux canaux les plus voisins les eaux pluviales.

Mais les eaux ménagères et surtout les vidanges, comment les isoler, s'en débarrasser, les utiliser? C'est cette situation exceptionnelle qui a donné naissance à la vidange pneumatique du capitaine Liernur, vidange essayée à titre encore provisoire dans un quartier écarté, mais où la population est de 28 000 âmes.

Sur un terrain plat et sans profondeur, l'écoulement en conduite forcée devient possible, si l'on remplace la charge qui manque en haut par l'aspiration exercée en bas. On aura, grâce au vide, mis en face de la pression atmosphérique une véritable différence de niveau de 10 mètres de hauteur.

De là, le système pneumatique dans les conditions suivantes. Dans une ligne de maisons la cuvette de chaque siège reçoit un branchement qui va en siphonant s'attacher à une conduite de $0^m,125$ posée sous le trottoir, et allant aboutir à un réservoir de vide, logé sous le pavage du carrefour. Ce réservoir de section, par une conduite de $0^m,150$ à $0^m,200$, est relié au réservoir central d'une usine qui a pour fonction le travail du vide et la transformation agricole des matières. Il y a d'ailleurs des robinets d'arrêt, permettant les manœuvres. Si donc on ouvre la communication entre les cuvettes des habitations et le réservoir de section, la vidange s'exécutera d'elle-même par la pression d'air du cabinet; puis si, fermant les

jonctions privées, on met en communication le réservoir de section et le réservoir central, les matières arriveront d'elles-mêmes à l'usine. Elles y subiront le traitement industriel, la saturation par l'acide sulfurique, la condensation dans les appareils à double et à triple effet; elles sortiront à l'état de sirops, comme dans le traitement du jus de betteraves; c'est en effet à la consistance de demi-liquides qu'on les livre par bateau à la culture.

Les ingénieurs du système Liernur voudraient aller plus loin. Leur projet serait la conversion en poudrette par l'évaporation complète des eaux, et la dessiccation au moyen des appareils de sucrerie, la cuisson des sirops dans le vide, la mise en grains par la presse ou la turbine. Ils ont calculé que la chaleur d'un kilo de charbon bien employé leur permettrait d'accepter les matières diluées sortant des water-closets; suivant eux le service coûterait 6 francs par individu et par an, et rendrait 8 francs en produits d'engrais : il y aurait non seulement balance mais bénéfice.

On ne peut que rendre hommage à des efforts si persévérants, mais quand la nature accorde à une ville le bienfait des pentes, peut-on songer aux manœuvres mécaniques de la vidange pneumatique?

Londres et la maison anglaise. — Londres a 5 millions d'habitants, un climat humide, un air lourd, un ciel brumeux épaissi par la fumée de charbon.

Paris a 2 millions d'habitants, un climat tempéré, un ciel souvent pur et radieux; pourtant la salubrité est meilleure à Londres où la mortalité descend à 22 pour 1000, tandis qu'elle reste à 27 pour 1000 à Paris; cela tient beaucoup à ce que les 700 000 maisons de la métropole sont répandues sur une immense étendue de 33 000 hectares et aménagées avec supériorité au point de vue de l'eau et du drainage.

En Angleterre, l'habitation de famille, *home, sweet home*, est

le point d'appel ; c'est là qu'on vient retrouver l'air, la lumière, la verdure, le bien-être, en quittant un bureau qu'on accepte étroit et renfermé, pourvu qu'il soit près du centre des affaires.

La Cité, espèce d'îlot au cœur du mouvement, est parcourue le jour par près d'un million d'individus et en garde à peine 100 000 la nuit. Des transports rapides, multiples, économiques, concilient l'éloignement des demeures avec le rapprochement des personnes. Voyons comment fonctionnent les services de la distribution d'eau pure et d'expulsion des eaux sales, nous comprendrons mieux ce qu'est la maison. Tout est fait pour elle.

Distribution d'eau. — La Métropole est servie en eau de rivière, car les sources ne comptent guères, par le travail de huit compagnies indépendantes qui se partagent chacune un quartier. Le cube total est par jour en moyenne de 650 000 mètres délivrés à 670 000 maisons, qui répondent à une population de 5 millions d'âmes.

L'eau est prise pour 12 pour 100 seulement aux sources limpides et fraîches, mais un peu dures, qui sortent des couches profondes de la craie.

A l'est de la Métropole la rivière de Lea fournit et compte pour 38 pour 100 dans l'alimentation totale. La forte part de 50 pour 100 est le tribut de la Tamise, qui fait le service des quartiers riches de l'Ouest. Ici, l'eau est dérivée dans la haute vallée au-dessus du flot de la marée, là où la rivière coulant entre des prairies, près des magnifiques ombrages d'Hampton-Court, borde des villas nombreuses et forme le bassin de course des canots de plaisance. L'eau sort de la craie et des terrains tertiaires ; elle est récoltée trouble, s'éclaircit dans des bassins de décantation et est ensuite jetée sur des filtres de sable, coquilles et graviers, lesquels la rendent sous leurs drains en sources claires. Elle peut alors être refoulée sur Londres au moyen de machines verticales agissant dans de hautes co-

lonnes manométriques, auxquelles on cherche de plus en plus à adjoindre des réservoirs couverts contenant la consommation d'un jour.

La limpidité est uniforme et satisfaisante, mais la température oscille, suivant les saisons, de 4° en hiver à 20° en été. Le titre à l'hydrotimètre n'est guère que de 21°, assez rapproché du titre de l'eau de Seine. Ce qui inquiète le contrôle exercé chaque mois par des juges de la valeur du colonel Bolton et du docteur Frankland, c'est la proportion toujours croissante des matières organiques.

Comparée à l'eau des forages profonds, l'eau de la Tamise et de la Lea contient deux et trois fois la même quantité d'impuretés organiques. Les sources ne deviendront-elles pas une nécessité? On a bien prescrit l'épuration des eaux d'égout dans la vallée haute; mais la lutte est difficile avec une région que les intérêts se disputent et où la vie s'étend.

Service privé. — Dans Londres, la distribution s'opère en grande partie comme il y a cent ans, au début du service inauguré par les machines de Watt et Bolton. Chaque maison a une citerne que la Compagnie remplit chaque jour en ouvrant pendant deux heures ses conduites d'alimentation.

Dès 1851, le Board of Health réclamait la suppression de l'*abomination domestique* des citernes, et l'installation du service à pression constante pour remplacer le service intermittent. Les compagnies aujourd'hui sont entraînées dans ce sens. Sur 670 000 maisons desservies, 260 000 jouissent déjà de conduites toujours en charge. Mais il en résulte des taxes supplémentaires et arbitraires, s'ajoutant à la taxe basée sur les valeurs locatives. On voudrait un tarif qui ne fût plus à la discrétion des compagnies, et en définitive Londres poursuit des améliorations dont Paris est en pleine possession, les eaux de sources montant aux étages, jaillissant de conduites en charge constante et livrées à prix fixe à l'abonné.

Service public. — Le service public est très restreint à Londres ; on n'arrose guère parce que la pluie est fréquente, et il y a peu de fontaines décoratives, le gris du ciel s'y opposant.

La part enlevée sur 650 000 mètres cubes à la distribution privée va de 15 à 20 pour 100 seulement ; c'est presque l'inverse à Paris, où la vie du dehors fait la grande distraction et où on exige que la voie publique, ses façades, ses monuments, ses jardins satisfassent l'œil et le goût : l'eau doit y couler partout.

Les collecteurs. — La Métropole, formée sur 33 000 hectares d'étendue par des paroisses qui se sont rapprochées et soudées, fut livrée longtemps à l'administration indépendante des conseils locaux. Les désordres croissant avec le développement de la population et des intérêts, on chercha le remède dans une forte centralisation et on créa, en 1858, le « Metropolitan Board of Works », le bureau municipal des travaux publics, dont les membres, nommés à l'élection dans les districts, représentent un parlement municipal restreint.

C'est au Board que sont dues les grandes améliorations de Londres, les quais de la Tamise et les collecteurs du drainage, œuvres qui ont fait à l'ingénieur, M. Balzagette, une réputation méritée.

Londres, qui est avant tout port de mer, avait des écoulements en rivière dépendant de la marée. Pour empêcher la capitale du Royaume-Uni d'être salie et infectée par le mouvement sans cesse contrarié des eaux d'égout, il fallait établir de grandes lignes de collecteurs, coupant et interceptant les galeries d'égout avant qu'elles ne tombent à la rivière ; puis, une fois les eaux ramassées sur chaque rive, il y avait à les conduire assez bas dans la baie pour que les oscillations de la marée ne ramènent pas les immondices jusque sous les ponts. Enfin l'épuisement devait rester continu et permanent en ville, sans avoir à s'arrêter pendant les oscillations des marées.

C'est le problème résolu au moyen de plus de cent millions de dépense. Sur la rive droite, qui constitue la ville d'affaires et de gouvernement, trois collecteurs étagés en gradins se partagent le versant de la vallée de la Tamise, se protégeant les uns les autres, arrivant ensemble à l'usine d'Abbey-Mill où les eaux basses sont relevées de 11 mètres pour être, avec les eaux moyennes et les eaux hautes, jetées dans le triple émissaire qui mène toute la masse à l'usine maîtresse de Barking-Creek. Ici, nouvel épuisement.

Les pompes à vapeur relèvent de 5m,50 le volume qu'apportent les émissaires, le versent dans des réservoirs couverts qui emmagasinent aux heures de flot et se vident dans la baie à la marée descendante.

Sur la rive gauche, qu'on appelle le Bourg, et qui renferme la Ville industrielle, mêmes dispositions ; l'envoi du drainage se fait aux réservoirs de Depford, au delà de Greenwich.

Pour obtenir un écoulement facile, un drainage « self-acting » sans main-d'œuvre, les pentes sur ces longs parcours dans les collecteurs ne sont pas inférieures à 0m,30 par kilomètre, et quand elles ont consommé toute la différence de niveau dont on dispose, on la rétablit au moyen d'un saut de 5m,50 que franchit le courant, soulevé par des pompes à vapeur.

Les types des sections sont ovoïdes ou circulaires; ovoïdes quand au drainage privé passant sur le radier doivent s'ajouter des averses qui peuvent alors remplir le corps supérieur; circulaires quand il s'agit d'émissaires qui auront à porter des quantités plus constantes.

Les machines élévatoires du type vertical sont capables d'envoyer chacune de leur côté environ 600 000 mètres cubes par jour, et le drainage de la Métropole est parfaitement assuré sous la protection de ces gigantesques travaux ; mais on a le droit de se demander si c'est là l'état normal et définitif.

Le chenal maritime s'obstrue par les îlots de boue qui se forment près des bouches des émissaires. Les bâtiments, les pê-

cheurs se plaignent d'avoir à remuer des vases infectes; les riverains se croient menacés dans leur santé. La dernière commission de 1884 s'est émue de la situation, et a déclaré que la grande voie qui conduit les bâtiments au port de Londres ne pouvait plus longtemps rester en pareil état, qu'il était d'absolue nécessité de l'assainir. Elle indiquait des remèdes basés sur l'épuration des eaux d'égout, par la précipitation chimique et la filtration intermittente. — Nous allons donc entrer dans une nouvelle série d'études, et les vrais principes les commanderont.

Voyons maintenant les rues et les maisons.

Les rues. — Les voies publiques de grand trafic, celles qui sont parallèles à la Tamise et vont de la Bourse au Palais du Parlement et au Parc, sont dallées en asphalte ou converties en pavages en bois. Elles ont ainsi moins de détritus et leur nettoyage s'exécute au tombereau. On ne pousse pas les boues aux égouts, et les bouches sont même munies d'un puisard qui retient les immondices solides apportées par la pluie aux ruisseaux.

Le petit égout ovoïde, placé assez profondément sous la chaussée, ne reçoit donc de la rue que des vases liquides. De la maison lui viennent les eaux pluviales et ménagères et les vidanges, toutes matières noyées, susceptibles d'écoulement facile dès que la pente du radier et les chasses sont suffisantes.

Quant aux ordures ménagères et aux boues enlevées au tombereau, on essaye de les expédier par bateau et, à cause de la difficulté de placement à la campagne, on commence à les traiter par le feu.

Les fours à crémation brûlent les substances organiques, et convertissent les substances minérales en ciment avec les cendres du foyer.

Les maisons. — Entrons maintenant dans une habitation qui

puisse être considérée comme un type moyen, dans une de ces maisons de 12 à 1400 francs de loyer qui s'élèvent aujourd'hui par milliers dans les nouveaux quartiers, et qu'un entrepreneur bâtit par blocs d'un seul et même modèle. Au rez-de-chaussée, salon et salle à manger, cuisine et buanderie; aux étages, des chambres avec salle de bain, cabinet de toilette ou « lavatory » et water-closet.

L'eau. — « Déjà la salle de bains, dit M. Couche, est un trait caractéristique; elle n'existe à Paris que dans l'appartement de luxe; à Londres, elle est un élément essentiel de l'habitation bourgeoise.

« Descendons même d'un degré : chez l'artisan aisé nous la retrouverons encore, parfaitement installée d'ailleurs et toujours prête.

« En pénétrant dans la cuisine on voit sur la pierre d'évier deux robinets, l'un d'eau froide, l'autre d'eau chaude. On demande d'où vient cette eau chaude? — D'un réservoir placé au premier étage, au-dessus de la baignoire, et qui contient environ 200 litres. — Comment y arrive-t-elle? — Par un tuyau qui la fait passer à très faible vitesse dans un réchauffeur placé au fond du foyer de la cuisine. — Et ce chauffage coûte? — A peu près rien : il utilise l'action de la flamme et de l'air chaud qui s'échappent par la cheminée. En fait, on trouve toujours de l'eau chaude, non seulement pour les bains, mais pour la lessive et les besoins domestiques : les habitudes de propreté intérieure ont là leur appui. »

Le lavatory et le water-closet méritent même mention; ils sont souvent réunis dans la même pièce bien éclairée, dallée avec soin, revêtue en faïence émaillée. Les larges cuvettes de lavabo ont l'entrée et la sortie d'eau immédiates. Le water-closet dépense de 6 à 9 litres par chaque coup du levier de tirage; le lavage s'obtient par une chasse puissante des matières noyées. La propreté y est excessive, même dans les locations à la semaine.

Drainage. — Mais l'eau sale qui va sortir de l'évier de cuisine, de la buanderie, du water-closet, et qu'on perdra à l'égout, comment l'empêcher de s'arrêter en route, de déposer des matières stagnantes qui fermenteront et dont l'infection montera dans les appartements habités, sous l'appel des foyers, des lumières, de la chaleur de la vie? comment se garantir des retours du mauvais air des égouts? comment avoir une maison salubre?

C'est ce qu'ont effectué des progrès récents, dus en partie à M. Griffith, et qui ont pour moyen les conduites de petit diamètre, les chasses d'eau intermittentes, et la libre communication de l'air des tuyaux avec l'atmosphère.

Dans les tuyaux réduits de diamètre, les eaux sont forcées : elles jaillissent avec une vitesse torrentielle qui emporte tout. En outre, sous chaque perte et en tête du branchement, il faut un siphon formé par la courbure du branchement lui-même pour assurer une fermeture hydraulique. En cas d'obstruction, un opercule ménagé de côté permet la visite.

Une maison doit avoir des tuyaux de chute distincts pour les eaux pluviales, ménagères et de vidanges, tuyaux auxquels on ne donne aujourd'hui que $0^{m},12$ de diamètre et qui, se réunissant sur une ligne maîtresse de $0^{m},15$, vont à l'égout tous ensemble après avoir traversé un dernier siphon en avant de l'embouchure.

Le tuyau de vidanges est lavé par les chasses de 6 à 9 litres d'eau que procure l'appareil chaque fois que le levier à main vide la cuvette.

Le tuyau des eaux de cuisine, sali souvent par des corps gras, exige des chasses par réservoirs d'intermittence; ce sont des cuves auxquelles on attribue une dépense régulière d'eau par jour, et qui se vident d'un coup, dès que le niveau supérieur de remplissage est atteint.

Enfin le tuyau de descente des eaux pluviales offre une

ressource de plus qui arrive par les temps d'averses et fait le curage de l'émissaire d'écoulement.

Ventilation. — Quant à la ventilation, aussi utile que les chasses, on la maintient libre en faisant déboucher les tuyaux de chute au-dessus des toitures par en haut, et en ouvrant par en bas des ventouses, là où la ligne rencontre l'atmosphère de la cour et de la rue. Dès que l'air reste libre, sans pression, sans confinement, il n'a nulle tendance à traverser les siphons, et il se purifie par le mouvement même de l'atmosphère à laquelle il se mêle.

Ces principes appliqués dans les résidences aristocratiques, telles que Claremont, et dans les maisons à loyers réduits, telles que les Peabody-Buildings, ont produit la salubrité intérieure sans la moindre atteinte à l'air du dehors.

Salubrité. — La perte des vidanges aux égouts, pratiquée sur la vaste échelle de la Métropole, et coïncidant comme à Bruxelles avec l'abaissement du chiffre de la mortalité, montre combien l'hygiène de la maison doit passer en première ligne, et s'appuyer sur la meilleure distribution d'eau, la plus libre circulation d'air.

La machine à vapeur. — On ne peut quitter Londres sans constater les bienfaits de la machine à vapeur envers la grande ville. Il y a un siècle, les premières machines sorties des ateliers de Watt et Bolton essayaient l'élévation des eaux de la Tamise. Le service de la distribution à domicile commençait et réussissait. Dès lors Londres pouvait grandir, dépasser les grèves de la rivière, où les forages des puits sont possibles, et déborder sur la formation épaisse de l'argile plastique qui lui fournit les matériaux de construction, les briques.

Aujourd'hui, 16 000 chevaux de force travaillent pour fournir

l'eau en abondance aux maisons occupées par 5 millions d'habitants, tandis que 4000 chevaux épuisent les eaux sales et la pluie, rétablissant la pente quand elle manque, dominant les marées qui barrent le courant. Si l'on songe que la machine à vapeur a fait aussi Manchester et par conséquent Liverpool on comprend les services rendus par Watt à l'Angleterre, à l'hygiène, à l'industrie et à la civilisation.

Abordons maintenant les discussions qu'avaient éclairées les voyages à Bruxelles, Amsterdam et Londres, et rentrons à Paris.

Visites diverses à Paris. — La Commission tint, du mois de décembre 1882 au mois de juillet 1883, soixante-quatre séances, dont cinquante-sept par les sections. Elle y ajouta des visites par délégation là où il y avait des faits à constater ou des procédés à essayer.

Les fosses fixes. — Les maisons anciennes qui gardent la fosse fixe sont épuisées aujourd'hui par des tonnes métalliques où le vide d'aspiration se fait par des pompes à vapeur; mais il y reste un rachèvement à exécuter au seau.

Dans les casernes et les camps, le génie militaire emploie avec succès les fosses sèches, où les matières, tombant dans un lit de paille hachée, sont absorbées et converties en fumier d'engrais; il faut ici être assuré de la régularité des enlèvements.

Les tinettes filtres et appareils divers. — Dans les maisons neuves on a introduit les tinettes filtres qui laissent échapper les liquides et réduisent la vidange au cinquième. Pour supprimer tout enlèvement, M. Mouras a imaginé la vidange automatique. C'est un réservoir fermé hermétiquement, et qui reçoit avec les déjections les eaux ménagères et pluviales de l'habitation. Le liquide se brasse de lui-même et s'écoule par un tuyau de trop-plein quand le niveau normal est dépassé. M. Amoudru avait installé aux Magasins du Louvre la vidange hydraulique, comme

à Genève; il envoie avec un tuyau à incendie un jet violent dans une fosse réduite de capacité; l'eau emporte avec elle à l'égout les matières qu'elle a attaquées et mises en bouillie.

La Commission n'a vu dans ces derniers procédés qui veulent simplifier les fosses fixes que « l'hypocrisie du tout à l'égout », ses inconvénients sans ses avantages. On ne soustrait rien à l'écoulement souterrain, et en fin de compte, on n'évite pas les vidanges de fosses.

Système Berlier. — A la caserne de la Pépinière, M. Berlier a monté avec soin son système pneumatique.

Les seize sièges des soldats communiquent avec des récipients métalliques munis de paniers-grilles, et qui peuvent être aspirés par un réservoir de quartier soumis directement au vide d'un réservoir central.

Le mouvement s'opère bien, sans mauvaise odeur, et depuis plus d'un an d'exploitation, aucun accident n'a été signalé; mais le résultat est incomplet : les matières sont rejetées dans le collecteur d'Asnières, tandis qu'elles devraient aboutir aux foyers d'une usine assez bien agencée pour travailler sans incommoder de ses fumées le voisinage.

M. Berlier visait au monopole; il a obtenu simplement la permission de développer à ses risques et périls le système pneumatique dans le quartier du boulevard Malesherbes.

Système de Memphis. — Enfin on a proposé pour les maisons de Paris le système Waring, le drainage de Memphis. Memphis, ville de l'Amérique du Sud, dans le district malsain de la culture du coton, avait été ravagée par la fièvre jaune. Pour l'assainir rapidement et économiquement, on a séparé les eaux pluviales, qu'on a abandonnées au ruisseau, d'avec les eaux ménagères et les vidanges des habitations. Ces dernières eaux sont seules amenées à un réseau souterrain formé par des tuyaux de petit diamètre, lesquels, partant de $0^m,12$

dans les rues, grossissent peu à peu jusqu'à un collecteur de $0^m,50$ qui verse au Mississipi. Les conduits, posés de façon à assurer la pente la plus forte, unie à la section la plus petite, procurent un maximum de force vive aux chasses qui viennent de chaque point haut par des réservoirs d'intermittence. Dans les maisons, les branchements sont munis de siphons ; les tuyaux de chute montent jusqu'au niveau des toits et débouchent librement dans l'atmosphère par en haut, tandis que par en bas ils prennent un orifice de ventilation dès qu'ils rencontrent la voie publique. On reconnaît ici l'aménagement de la maison anglaise assainie.

Les résultats ont été excellents à Memphis, et la ville se déloppe avec 40000 âmes de population aujourd'hui.

La Commission rendit justice au système Waring de Memphis, et demanda qu'il fût appliqué partout où les galeries anciennes manqueraient de pente et d'eau.

La Seine. — La Seine fut parcourue depuis Corbeil jusqu'à Mantes, dans toute l'étendue du département de Seine-et-Oise, et l'on constata combien d'écoulements d'égouts communaux et d'usines venaient corrompre l'eau que les machines élévatoires aspiraient et délivraient aux populations. En face de 20 prises qui ne devraient puiser que de l'eau pure, il y a 131 émissaires d'égouts publics ou industriels, et 21 voiries !

On voit combien le règlement qui protégera la pureté des rivières est urgent à appliquer.

Les discussions. — C'est au milieu de ces voyages et de ces visites de lieux que marchaient les discursions.

Préparées dans le sein des sections, les résolutions étaient portées par leur président et défendues par lui à la Commission plénière.

L'intérêt étaient grand, et peu de questions ont été traitées avec plus d'ardeur que le problème de l'assainissement de

Paris, posé à des membres jusque-là étrangers les uns aux autres. — Trois noms méritent d'être mis en relief, MM. Alphand, Fauvel et Bouley.

M. Alphand, qui présidait, éclairait les solutions par l'ordre, la lumière, le brillant de son esprit. M. Fauvel arrivait avec la ferme puissance de son expérience sur les maladies contagieuses de l'Orient. M. Bouley plongeait dans les merveilles de l'infiniment petit et parlait avec une éloquence entraînante.

Propositions des sections. — La Commission, réunie en assemblée générale, avait à juger d'ensemble les propositions qui avaient pour objet d'améliorer la maison infectée par le mauvais air, de corriger les égouts dans leurs vices de curage, et de purifier la Seine, salie dans toute la traversée des départements de Seine et de Seine-et-Oise.

Maisons. — Pour la maison, le modèle de Londres avait fait des convictions. On voulait un cabinet d'aisances par logement, et on le voulait muni d'une assez large quantité d'eau pour assurer un lavage de 10 litres par personne chaque jour.

Puis vint le détail des appareils. Sous la cuvette, en tête du branchement d'évacuation, un siphon empêchera les retours d'odeurs. Le tuyau de chute de petit diamètre ($0^m,12$) fera conduite forcée pour les chasses d'eau et débouchera librement dans l'atmosphère, au-dessus du toit, en même temps que par le bas il recevra une prise d'air sur la voie publique.

Il n'y aura donc jamais de cantonnement, de compression d'air. Comme garantie de lavage, on mettra à la partie supérieure du tuyau de chute un réservoir d'intermittence, se vidant de lui-même une ou deux fois par vingt-quatre heures et entraînant, avec le flot qui part, une trombe d'air.

Pas un embranchement sans siphon, sans fermeture hydraulique.

Mêmes précautions à l'égard des eaux ménagères sortant de

la cuisine, de la buanderie, du cabinet de toilette, de la salle de bains. Elles doivent avoir, comme les vidanges, leur chute spéciale, avec siphons de fermeture et réservoir de chasse. Enfin la conduite des eaux pluviales, traitée dans le même esprit, doit arriver comme dernier secours.

Les trois lignes se réuniront en un tronc commun en avant du siphon principal qui couvre la sortie en égout et empêche les retours d'air.

Les chasses profiteront de toutes les eaux que la maison a reçues et qui travaillent sous la plus forte pression, avec la vitesse la plus grande entraînant de puissants courants d'air.

Voilà l'état normal.

Quand l'eau et les égouts manquent, on tolérera la fosse fixe, en recommandant d'appliquer à la vidange les procédés perfectionnés de l'épuisement atmosphérique. Quant aux appareils séparateurs et dilueurs, ayant pour but de perdre les liquides et de garder les solides, on les proscrit, parce qu'ils ne sont qu'un mode imparfait de la vidange à l'égout.

Les égouts. — Les eaux une fois sorties de la maison, que vont-elles devenir? Les égouts ne peuvent les recevoir que s'ils sont abondamment fournis d'eau courante, s'ils sont libres de dépôts, si les matières peuvent sans arrêt, comme d'un bond, être emportées aux collecteurs. Un intervalle de vingt-quatre heures est un maximum, et aujourd'hui, avec le lent mais économique curage des bateaux-vannes, les sables mettent quinze jours à franchir les distances, depuis les galeries des rues jusqu'à la sortie en Seine de l'émissaire d'Asnières.

Sur les radiers, les dépôts formant barrage contre les eaux sont fréquents, parce que les cantonniers envoient aux bouches d'égouts les boues de la voie publique, pour dégager de suite la chaussée, tandis que clandestinement les particuliers y jettent les ordures dont ils veulent se débarrasser.

La première mesure est d'enlever au curage les embarras des

solides. On y parvient d'abord en recueillant les immondices et les détritus dans des paniers à claire-voie posés aux bouches, et surtout en substituant aux chaussées macadamisées, qui donnent une énorme quantité de sable en temps de pluie, les pavages en bois, qui s'usent peu.

On sait avec quelle rapidité cette transformation heureuse s'accomplit.

Dès lors on n'a plus à traiter que des vases légères susceptibles de rouler dans un torrent, et ce torrent on le crée avec des réservoirs de chasse espacés de 250 mètres et conservant 10 mètres cubes d'eau, lesquels se peuvent vider d'eux-mêmes une ou deux fois par jour, ou s'ouvrir à la main des ouvriers du curage.

Ici, comme pour les lavages de la maison, il faut passer du courant continu qui se perd par sa faiblesse, au courant de chasse qui utilise la même quantité d'eau avec toute la puissance de la masse et de la vitesse.

Pour compléter la solution, il y a des améliorations à apporter au réseau souterrain. Il lui manque des collecteurs de service moyen, interceptant les eaux qui vont encombrer les collecteurs de service bas, tandis qu'ils pourraient par la pente naturelle gagner la plaine d'arrosage et y couler sans frais en irrigation.

Service en temps de crue. — Ce qui est essentiel, c'est d'assurer l'écoulement de tous les collecteurs en temps de crue. Paris alors a ses débouchés barrés, comme Londres trouve les siens fermés aux heures de marée. Le procédé d'affranchissement est encore l'épuisement par machines aux embouchures. Ici, l'installation est toute prête.

L'usine de Clichy, chargée d'élever les eaux d'égout pour les envoyer aux plaines d'arrosage, peut alors réduire à moitié la hauteur à franchir, doubler par suite le cube à puiser aux collecteurs, et dominer ainsi l'apport des pluies qui accompagnent presque toujours les crues.

On protégera la surface de Paris contre les inondations partielles qui subsistent encore, et on laissera au service intérieur public et privé toute sa liberté d'action.

En dehors de la question d'hygiène à laquelle nous ne touchons pas encore, l'écoulement des vidanges était reconnu possible dans ce qu'on appelait l'*égout de l'avenir*.

La Seine. — Ces premières propositions furent votées presque à l'unanimité. On avait à cœur de donner au ménage parisien le luxe de propreté et de salubrité qu'on voyait avec envie dans un intérieur belge ou anglais; on sentait combien il importait pour l'air respiré dans la rue ou dans la maison, que les galeries d'égout fussent lavées, nettoyées avec autant de soin et de régularité que les voies de circulation. D'un commun accord on cherchait les meilleurs moyens.

Mais dès qu'il s'agissait de la pollution des eaux du fleuve, les divergences de principes se montraient, et avec elles les discussions vives et les hésitations au moment du vote.

Les eaux d'égout reçoivent déjà les liquides des urinoirs publics et des tinettes-filtres, les vidanges des grands établissements publics, les projections clandestines.

Sont-elles dans l'état actuel, lorsqu'on les applique à l'irrigation, un danger pour la santé publique? Et ce danger croîtra-t-il d'autant le jour où on leur ajoutera ce qui manque au total, les vidanges des fosses fixes?

Premier avis. — Dès la première séance de 1882, M. Bouley avait ramené la question de la Seine et réclamé un avis.

« On ne pouvait pas condamner plus longtemps la vallée et la banlieue à boire les déjections de Paris. »

Un mois après, M. Fauvel, avec les calmes convictions du médecin qui avait organisé la défense de l'Europe contre le choléra d'Orient, apportait cette résolution de la section qu'il présidait :

« Les eaux d'égout de la ville de Paris, prises dans leur état

actuel, c'est-à-dire contenant une forte proportion de matières excrémentielles, peuvent être soumises au procédé d'épuration par le sol sans danger pour la santé publique. »

M. Brouardel, qui avait été l'un des rapporteurs dans la Commission des odeurs de Paris, combattit M. Fauvel : « Si les eaux d'égout exemptes de matières de vidanges peuvent sans inconvénient être répandues sur les terrains d'Achères, il n'en est plus de même lorsqu'elles sont chargées de matières.

« En présence des faits révélés par M. Pasteur, on ne peut plus considérer comme inoffensif le procédé d'épuration appliqué dans de pareilles conditions. L'administration demande aux médecins si l'épandage sur le sol des eaux d'égout, additionnées de matières fécales, est sans danger. Cette question comprend une foule d'inconnues. Depuis quelques années les problèmes que l'on croyait résolus doivent être remis à l'étude. En disant que la solution est acquise dès maintenant, nous assumons une lourde responsabilité, nous dégageons l'administration, mais nous risquons de la tromper. »

« Je serai moins timoré que M. Brouardel, répondit M. Bouley. Je crois à l'innocuité complète des irrigations par l'eau d'égout, plus ou moins chargée de matières fécales. Et cette opinion je la fonde, non sur une présomption, mais sur des faits d'expérience pour ainsi dire séculaire. Des irrigations d'eau d'égout s'effectuent dans le voisinage de grands centres de population. A-t-on constaté que, soit par l'air ambiant, soit par l'influence de l'alimentation, elles aient exercé une action nuisible sur la santé des territoires arrosés ?

« La contagion est fonction d'un élément vivant, et cet élément est détruit par l'oxygène de l'air. Depuis que Cérès a enseigné l'agriculture aux mortels, le sol de nos campagnes est infecté par le fumier et les engrais humains. Les populations rurales sont-elles donc plus exposées aux maladies que les habitants des villes ?

« Le plus grand, le meilleur argument à oppposer à M. Pasteur, c'est M. Pasteur lui-même. L'air atténue tous les virus ; M. Pasteur l'a démontré par ces admirables expériences qui sont la gloire scientifique du siècle. S'emparant de l'action de l'air, il a fait des virus dangereux des virus moins nuisibles, et de ces virus atténués, des virus utiles. Quand la science a fait ce pas immense, peut-on dire que nous sommes insuffisamment éclairés? — Les eaux d'égout mélangées de matières ne sauraient offrir un danger plus grand que les fumiers répandus dans nos champs. Et, en supposant qu'il en fût autrement, ne serait-ce pas un devoir impérieux d'en affranchir la Seine où, transportées par le courant, elles sèment des éléments contagieux sur tout le parcours du fleuve, depuis Paris jusqu'à Mantes? »

Affranchir la Seine, c'était pour M. Bouley, et avec un mot qui lui appartient, le « delenda Carthago ». — Sa brillante improvisation remua l'assemblée, et la résolution, telle que M. Fauvel l'avait rédigée, fut votée.

On y ajouta d'un commun accord cette clause additionnelle : « Le gouvernement est sollicité de prendre les mesures nécessaires pour interdire la projection des eaux impures dans la Seine, la Marne, dans la traversée des deux départements de Seine et Seine-et-Oise. »

Avis définitif. — Le tout à l'égout. — Ce premier avis était important; mais il n'était que partiel, il se bornait à déclarer que les eaux d'égout étaient, actuellement, inoffensives et qu'il y avait urgence à opérer sur les terrains d'Achères, l'épuration tentée sur une échelle restreinte à Gennevilliers. Il laissait à décider si les eaux d'égout sortiraient de Paris en emportant, au lieu de la moitié ou du tiers, la totalité des vidanges; on n'avait pu s'entendre sur l'exacte proportion. C'était la discussion de couronnement, et elle eut lieu à la séance du 28 juin 1883.

M. Fauvel. — M. Fauvel parla le premier, et posa les bases de son opinion :

« Aucun principe contagieux ne résiste à l'action de l'air atmosphérique, c'est-à-dire de l'oxygène. Au contraire, ces mêmes principes confinés à l'abri du contact de l'air, conservent pour ainsi dire indéfiniment leurs propriétés contagieuses.

« La putréfaction des matières animales, et en particulier des matières fécales, y détruit les germes spécifiques des maladies contagieuses ; en revanche, la fermentation putride y donne naissance à des gaz délétères qui sont la cause d'accidents toxiques particuliers.

« Est-il besoin de rappeler que pendant bien longtemps, l'aération, ou comme on disait, « la *sereine*, ou la *mise* à l'*évent* », fut le seul moyen appliqué dans les *lazarets* à la destruction des germes de contagion? L'air libre est le grand purificateur qui détruit toutes les causes d'insalubrité.

« Au point de vue des matières fécales, l'air libre détruit non seulement les mauvaises odeurs qui s'en dégagent, mais aussi les germes contagieux qui peuvent s'y trouver contenus. Les irrigations entreprises en Angleterre et à Gennevilliers le prouvent, comme les épandages d'engrais humain dans les Flandres.

« A l'égard de la destruction des germes contagieux par la putréfaction, on peut citer le dicton d'observation populaire : « Morte la bête, mort le venin. »

« Ces effets de la putréfaction sont applicables aux matières fécales, mais en faisant une distinction de première importance. Les matières fraîches, telles qu'elles sont projetées immédiatement à l'égout ou dans un cours d'eau, ne ressemblent pas à celles qui ont séjourné dans une fosse ou dans un dépotoir : les premières peuvent conserver des germes contagieux que l'action oxydante de l'air n'a pas encore détruits ; les secondes subissent par le repos une décomposition putride qui amène un dégagement de gaz sulfureux et ammoniacaux toxiques. Les matières

putréfiées sont devenues méphitiques, elles ne peuvent plus donner de maladies spécifiques.

« Les fosses et les dépotoirs doivent donc être condamnés comme sources de principes toxiques, et le méphitisme dominerait dans l'air des égouts, si l'on y pratiquait l'écoulement des matières fécales sans de larges améliorations dans le mouvement des eaux courantes et dans la ventilation. Les galeries de Paris ne sont pas, comme à Bruxelles et à Londres, de simples passages pour le drainage des rues et des habitations ; elles contiennent les organes de beaucoup de services publics ; elles sont fréquentées par de nombreux ouvriers : elles doivent être salubres.

M. Brouardel. — M. Brouardel intervint pour dire qu'il ne saurait partager l'opinion de M. Fauvel sur la destruction des germes, dans la forme absolue sous laquelle cette opinion était formulée.

On ne peut pas considérer comme un fait acquis et démontré que tous les germes sans exception sont détruits par l'oxygène de l'air, puisque d'après les opérations de M. Pasteur des animaux charbonneux, après qu'ils avaient été enfouis, avaient au bout de plusieurs années manifesté une grande virulence.

« L'oxydation ne détruit donc pas tous les germes connus ; elle n'agit qu'avec une extrême lenteur, et la putréfaction ne détruit pas le virus plus certainement ou plus rapidement. »

M. Bouley. — M. Bouley, au milieu de ce débat élevé de science médicale, prit alors la parole :

« Quand les virus sont à l'état de mycélium, c'est-à-dire constitués par des filaments ou des bâtonnets tels que la bactéridie du charbon, ils n'ont pas en eux une grande force de résistance à l'action de l'air qui atténue graduellement leur énergie et finit par l'éteindre. Mais le mycélium de l'agent d'une virulence peut se transformer en spores qui se présentent à l'état de corpuscules en lesquels réside le « devenir » de l'es-

pèce; et la nature, trop prévoyante, hélas! si nous considérons que ces spores sont les moyens de la propagation dans l'espace et dans le temps de certaines maladies contagieuses, la nature, dis-je, les a dotés d'une telle force de résistance à l'action de l'air qu'on les retrouve vivaces encore et doués de toute leur activité de pullulation après plus de douze ans.

« Mais lorsque l'élément d'une virulence a été modifié, atténué dans son énergie par l'action de l'air, s'il se trouve ensuite dans les conditions favorables pour qu'il se transforme en spores, ces spores, nées de lui, ne possèdent plus que justement le degré d'énergie affaibli que l'air avait inspiré au mycélium dont elles procèdent; et si ces spores se transforment à leur tour en bactéridies, ces bactéridies n'auront elles-mêmes que le degré d'énergie laissé à leurs spores originelles ; en sorte que la science a résolu le problème de constituer dans une espèce virulente des races atténuées qui ne donnent lieu, quand on les ensemence dans un organisme susceptible, qu'à des maladies atténuées comme elles.

« C'est sur la connaissance de ce fait expérimental qu'est fondée la grande découverte de la vaccination nouvelle contre les maladies contagieuses.

« Maintenant une question peut être posée ici : le gaz hydrogène sulfuré, qui est un produit de la décomposition des matières organiques, ne serait-il pas lui-même un agent de l'assainissement des matières excrémentielles, à l'endroit des éléments de virulence qui peuvent leur être attribués? Des expériences récentes paraissent l'indiquer. Prenez un groupe de douze souris, par exemple, et inoculez à tous les animaux qui le composent un virus mortel, celui de la septicémie. Placez six de ces animaux sous une cloche où vous leur ferez respirer une dose tolérable pour la vie de gaz sulfhydrique mélangé à l'air; laissez l'autre moitié dans une atmosphère normale. Sur celles-ci la septicémie inoculée suivra son cours et entraînera la mort; sur l'autre, elle demeurera sans effet.

« Quel grand progrès accompli, si les recherches expérimentales conduisent à la découverte de moyens propres à mettre les organismes en état de défense contre les contagions !

« D'Italie nous vient déjà l'affirmation qu'une préparation arsenicale peut protéger contre la malaria !

« La contagion est fonction d'un élément vivant, car dans toutes les maladies contagieuses la virulence est inhérente à des particules solides, qu'il suffit d'ensemencer dans un milieu propre à leur culture pour qu'elles se multiplient à l'infini et que des milliards de particules semblables, procédant de la particule primitive, puissent être démontrées dans l'organisme !

« Quelle autre force que celle de la vie peut produire un pareil résultat?

« Les développements dans lesquels nous sommes entrés, M. Fauvel et moi, disait en finissant M. Bouley, n'auront pas été inutiles, s'ils ont contribué à bien établir dans les esprits que les éléments vivants des maladies contagieuses qui peuvent se mêler aux matières excrémentielles, trouvent les conditions de leur destruction rapide dans l'action de l'air, dans celle de la chaleur et, suivant les probabilités que l'on peut déduire de l'expérimentation, dans les gaz qui sont le produit de la putréfaction des matières organiques.

« Il n'y a qu'à l'état de spores que les virus sont résistants ; mais, autant que l'on peut en juger par ce qu'on sait maintenant, cet état est exceptionnel. »

La Commission, après ces analyses profondes, que l'Académie de médecine eût pu entendre, voyait l'accord de l'expérience des siècles avec les théories les plus avancées de la science moderne. Elle jugea qu'il était temps d'arrêter sa décision.

Le président, M. Alphand, posa la question qui remplaçait toutes les autres : « L'écoulement total des matières excrémentielles à l'égout peut-il être autorisé dans les égouts constam-

ment et largement alimentés en eau courante et ne laissant pas s'accumuler de sables ? »

On demanda l'appel nominal : vingt et un membres répondirent oui, sept répondirent non ; deux s'abstinrent.

C'était accepter le « tout à l'égout », à la condition que l'eau fût partout, que l'air libre agît partout.

Application. — Les progrès conseillés par la Commission ont déjà conquis leur place sur plusieurs points.

Le « tout à l'égout » est installé à l'Hôtel de Ville, au Théâtre-Italien, dans les écoles, et l'on peut le juger à la nouvelle caserne de la garde municipale du quai Morland. Au lieu des hideuses latrines qu'on rencontre trop souvent dans les établissements militaires, on a ici des cabinets isolés, faïencés en émail blanc sur toute la hauteur, éclairés, ventilés. Le siège est lavé par des réservoirs d'intermittence ; des siphons interceptent les retours d'air ; le tuyau de chute, du diamètre de 0m,15, monte au-dessus des toitures, et il est ouvert à l'air libre en haut et en bas. Les urinoirs sont, non plus en ardoises, mais en faïence blanche, et toujours lavés par des chasses d'intermittence.

La salubrité est absolue ; les hommes respectent la propreté et la font respecter. Il semble qu'on ait augmenté leur dignité.

A l'égard des égouts, la récolte des solides à la bouche, et les réservoirs de chasses fonctionnent dans le quartier de l'Opéra, où les pavages en bois, de plus en plus substitués au macadam, diminuent les sables qui embarrassent le curage.

A Clichy, les machines sont prêtes à épuiser la ville souterraine en temps de crue.

A l'amont de Paris, les projets sont étudiés et approuvés pour rassembler les eaux qui salissent la Seine, et qui s'épureront dans les terrains de Créteil destinés à répéter les champs arrosés de Gennevilliers.

Dans cette prompte application des avis de la Commission il y a une large part à faire à M. Durand-Claye, qui, chef actuel

des irrigations de Gennevilliers, a partagé avec M. Mille les luttes, les jours pénibles de la création. Convaincu qu'aujourd'hui les travaux de l'ingénieur doivent venir en aide à l'hygiène du médecin, il s'est fait le champion du « tout à l'égout », l'a réalisé hardiment dans Paris, l'a prêché avec talent dans les conférences, les congrès, les commissions, rappelant que le dévouement à l'hygiène lui vint au cœur lorsque, simple élève de l'École polytechnique il distribuait les secours d'argent de ses camarades parmi les pauvres ménages de la Montagne Sainte-Geneviève.

III. RÈGLEMENT SUR LA SALUBRITÉ DES MAISONS

A la suite des résolutions prises par la Commission technique de 1883, l'administration prépara un règlement pour faire pénétrer la salubrité dans les maisons de Paris.

Projet de règlement. — A l'avenir dans tout logement de famille d'au moins deux pièces, il y aura un cabinet d'aisances lavé par des chasses d'eau vigoureuses, et fermé au mauvais air par une occlusion hydraulique permanente. Mêmes précautions, à l'égard de l'évier de cuisine, que traversent les eaux grasses de vaisselle et de savonnage. Les tuyaux de descente qui ramassent tous les liquides sales pour les évacuer à l'égout auront leur ventilation libre, assurée en débouchant par en haut au-dessus des toitures; par en bas ils iront en ligne droite à forte pente chercher la galerie de la rue. et n'y entreront qu'après une dernière occlusion barrant la route à l'air de l'égout. Pour payer le service rendu par la Ville, qui ouvre sa canalisation, les propriétaires débarrassés de la vidange payeront une taxe qui fut d'abord composée d'un droit fixe de 30 francs par chute et d'un droit proportionnel variant avec les valeurs locatives des immeubles.

Ces dispositions, très favorables aux maisons nouvelles,

gênantes pour les maisons anciennes, pouvaient résulter d'un simple arrêté, analogue à l'arrêté de 1867 qui autorise l'écoulement à l'égout des liquides de tinettes filtrantes. Chacun restait maître de calculer ce qu'il gagnerait à la transformation, de la prendre ou de la laisser. Mais alors l'hygiène de la Ville restait sans garantie : car dans une épidémie, la santé d'un ménage dépend de la santé du ménage voisin, et la contagion rayonne comme d'un foyer.

L'administration préféra une obligation imposée, au lieu d'une disposition facultative. Dès lors, puisqu'il y avait une taxe à percevoir, une loi devenait nécessaire. Le règlement fut complété par un projet de loi imposant l'eau et le water-closet, avec une redevance au profit de la Ville. C'est en cet état que la question fut mise aux enquêtes dans les vingt arrondissements de Paris.

Les enquêtes de 1884. — On ne pouvait s'y tromper : il s'agissait du *tout à l'égout*, et les journaux avaient été remplis d'attaques contre un procédé qui n'était pas dans les habitudes et qui froissait les intérêts des compagnies de vidanges et des porteurs de brevets.

Le résultat de l'enquête fut contraire aux prévisions.

Il y eut 5200 inscriptions aux registres : 4800 se prononçaient *pour* et venaient des quartiers pauvres, 420 se prononçaient *contre* et venaient des quartiers riches. Les commissaires, dans les vingt sections, firent des rapports travaillés, discutant les articles du règlement et indiquant des corrections de détail. Ils approuvèrent l'ensemble, mais se prononcèrent contre les bases de la redevance : introduire une part proportionnelle à la valeur locative d'une maison, c'était s'écarter du principe qui veut que la taxe soit l'équivalent du service rendu : sous une forme déguisée, c'était un impôt sur le revenu.

L'administration le comprit, et modifiant l'article elle inscrivit un droit fixe de 60 francs par chute, taxe déjà en usage

pour les écoulements des tinettes filtrantes. Il fallait un dégrèvement à l'égard des petits occupeurs, les plus nombreux, les plus urgents à rattacher à l'assainissement : on admit la réduction au demi-droit de 30 francs par chute pour les maisons à loyers de 500 francs.

Commission de 1885. — L'affaire fut alors jugée à nouveau, et comme en appel. La Commission de 1883, grandie de personnel et d'attributions, était devenue Commission supérieure d'hygiène, prenant avec l'assainissement les logements insalubres, les ordures ménagères, les cimetières et même la préparation d'une loi d'organisation de la salubrité.

L'adjonction de 14 nouveaux membres élevait le nombre total à 45, hygiénistes, médecins, ingénieurs, conseillers municipaux. Malheureusement, on comptait une perte par la mort, celle du docteur Fauvel, l'organisateur de la défense de l'Europe contre le choléra asiatique.

Les séances. — La première réunion eut lieu le 25 janvier 1885. M. Alphand, qui la présidait à côté de M. Boulcy, rappela les précédents et posa les questions.

« En 1883, vous vous êtes séparés, après avoir pris une résolution votée à une forte majorité, et qui constituait un large programme de l'assainissement de Paris.

« Vous avez reconnu que le système actuel de vidanges devait être abandonné, qu'il y avait lieu de supprimer la fosse fixe avec toutes ses conséquences prises à l'égard des nouveaux modes d'évacuation ; vous avez fixé, comme principes essentiels, le transport immédiat et souterrain des matières hors de la maison et de la Ville dans le plus court délai.

« Vous avez alors arrêté des dispositions concernant l'intérieur de la maison, et relatives aux cabinets d'aisances. Elles comportent les modifications des installations actuelles, les eaux dans les cabinets, les chasses emportant les matières,

des obturateurs garantissant l'habitation contre la rentrée de l'air vicié.

« Vous avez considéré l'égout comme l'exutoire naturel. Est-ce à dire que le *tout à l'égout* sera la solution unique? Non; vous voulez que l'autorisation ne soit donnée que lorsqu'on abordera des galeries assez bien alimentées d'eau pour qu'il n'y ait ni arrêt ni stagnation possible sur le parcours; dans le cas contraire, c'est une canalisation spéciale qui conduira les écoulements.

« Enfin pour la désinfection des produits hors Paris, vous avez admis le système d'épuration par le sol, tel que la Ville le pratique à Gennevilliers, et qu'elle se prépare à le poursuivre sur les terrains domaniaux d'Achères.

« Vous jugerez si le règlement et le projet de loi soumis à votre examen répondent à ces conditions. »

La Commission, se partageant alors en sous-commissions, entreprit d'abord la visite des installations d'essai destinées à reproduire en application les prescriptions du règlement.

Visites. — Dans les constructions habitées, le *tout à l'égout* fonctionnait à l'Hôtel de Ville, aux grands magasins du Louvre, à la caserne nouvelle de la garde municipale, aux écoles de la rue Cujas, aux cabinets publics de la place de la République. On choisit comme spécimen les appareils de l'Hôtel de Ville, où le monde des employés monte à 3000 personnes, et les magasins du Louvre, où un personnel de 2500 employés s'augmente d'une clientèle énorme, où 6000 personnes fréquentent chaque jour les urinoirs et cabinets. Des deux côtés la salubrité, l'absence de mauvais air furent constatées malgré l'encombrement, et quand on descendit dans la galerie Rivoli, qui reçoit les évacuations, les chefs des équipes du curage déclarèrent que l'atmosphère de l'égout s'était améliorée, depuis les chasses d'eau presque continues et les trombes d'air qui noyaient les écoulements.

Le *tout par l'égout* était aussi représenté. Le système

Waring, importé d'Amérique, travaillait au marché des Blancs-Manteaux et dans le quartier encombré de la rue Vieille-du-Temple; il y donnait des résultats, malgré quelques obstructions dues à des défauts de pose. Le système pneumatique de M. Berthier continuait à la caserne de la Pépinière et dans quelques maisons du quartier Malesherbes.

La maison s'assainirait donc par la perte directe des déjections, on n'en doutait plus; mais l'égout pouvait-il ne garder ni dépôts, ni stagnation sur les radiers? Pour l'expérimenter, les galeries de l'avenue de l'Opéra avaient reçu des paniers récoltant à la bouche les débris solides qu'on y jette, et des réservoirs de chasse lançaient 10 mètres cubes sur les radiers. L'effet fut jugé excellent : à peine s'il restait sur les radiers quelques amas de sable réclamant le rabot des cantonniers. Comme 95/100 des galeries d'égout étaient susceptibles de prendre même propreté, dès qu'on leur donnerait mêmes moyens d'entretien, l'amélioration de la Ville souterraine était également démontrée.

Les discussions. — On examina alors l'un après l'autre les articles du règlement.

A l'égard des prescriptions concernant la maison, on maintient à peu près les termes du projet, en précisant les détails. On voulait un cabinet d'aisance dans le moindre logement, parce que la propreté n'est assurée que lorsqu'il y a une responsabilité directe et personnelle. L'objection des chambres uniques, occupées dans les combles, surtout par les domestiques, tombait devant la solution d'un cabinet à compartiments. D'ailleurs, les mesures d'exécution seront au préalable soumises à l'administration, qui vérifiera ensuite si les dispositions autorisées ont été obéies. Pour obtenir des chasses d'eau vigoureuses, on adopta le minimum de dépense de 10 litres par tête et par jour, en regrettant de ne pouvoir l'élever à 15 litres. Dans tous les branchements de water-closet ou d'évier, on pres-

crivit une inflexion siphoïde à plongée de $0^m,07$, nécessaire pour que la fermeture hydraulique ne soit pas franchie par le mauvais air. Quant aux tuyaux de descente, ils auront de $0^m,08$ à $0^m,16$ de diamètre, de manière qu'ils offrent aux chasses de lavage l'aide d'une vitesse forcée, en même temps qu'ils se ventileront librement vers l'atmosphère par les ventouses ménagées au rez-de-chaussée et par leur prolongement supérieur jusqu'au-dessus des toitures. La pénétration en égout rassemblera toutes les eaux domestiques, vidanges, eaux de cuisine et pluviales, et une dernière inflexion siphoïde commandera la sortie. Enfin à l'égard de la redevance, l'accord était fait sur le droit fixe de 60 francs par chute, susceptible d'un dégrèvement de moitié dès qu'on rencontrait des maisons à loyers réduits de 500 francs.

La perte à l'égout. — Les difficultés se présentaient lorsqu'on abordait la question de la perte à l'égout.

La Commission technique de 1883 avait voté en principe le *tout à l'égout;* mais depuis deux ans des faits nouveaux s'étaient produits, et au point de vue hygiénique comme au point de vue technique, il fallait en discuter la portée.

Sans nul doute il n'y avait pour l'habitation qu'un avantage à pratiquer la projection dircete. L'égout est le moyen le plus simple, le plus rapide de faire disparaître les résidus putrescibles susceptibles dc souiller l'air des habitations. Mais ne faut-il pas craindre là transmission des maladies contagieuses par l'intermédiaire de ces ferments figurés auxquels les découvertes de M. Pasteur ont fait une si grande place, et qui sont entraînés avec les déjections des malades? Un remarquable rapport de MM. Vallin et Hudelo fit ici la lumière.

Rapport de MM. Vallin et Hudelo. — La salubrité de Paris est actuellement compromise par l'existence des fosses fixes, l'absence d'eau dans les maisons, la pollution de la Seine. On

ne peut pas, pour agir, attendre que l'on ait trouvé un système donnant une complète garantie contre les inquiétndes que l'imagination peut concevoir. Comme le médccin au chevet du malade, le devoir est d'employer les remèdes que l'on possède, fussent-ils même imparfaits.

Le choléra et la fièvre typhoïde sont les types des maladies qui se transmettent par les déjections. Voyons les renseignements qui nous ont été fournis depuis deux ans surtout, à propos de l'influence des égouts qui reçoivent les matières fécales.

Le choléra. — En 1883 le choléra éclatait en Egypte, à Damiette; en 1884 il ravagcait une partie de l'Europe, et était signalé spécialement en France, à Toulon et à Marseille.

Or, à Toulon, comme cn Égypte, ce n'est pas le *tout à l'égout* qui est en vigueur, mais le *tout à la rue*. A Marseille, c'est dans les voies dépourvues d'égout que le choléra a fait le plus de victimes, et les rues canalisées, même encombrées de population et malpropres, ont moins souffert du fléau. Que conclure de là, sinon qu'il vaut mieux perdre les vidanges aux égouts, plutôt que de les écouler aux ruisseaux et de laisser se décomposer en plein air les matières et les immondices?

La fièvre typhoïde. — Quant à la fièvre typhoïde, la ville de Paris est parmi les grandes villes d'Europe une de celles qui lui fournissent la plus forte mortalité. Tandis qu'il n'y a chaque année que 2 à 3 décès pour 10000 habitants à Londres et 2 à Bruxelles et Francfort, il y en eut à Paris 6 de 1871 à 1875 et près de 11 de 1880 à 1884. Un hygiéniste éminent, M. Brouardel, tout en reconnaissant que les causes de l'affection sont multiples, s'est demandé s'il n'y avait pas là une relation de cause à effet, si le progrès des projections à l'égout n'expliquait pas l'accroissement des décès. Si cette opinion était prouvée, il faudrait renoncer à tous les avantages de la projection directe, et chercher ailleurs. Mais il y a si peu une loi ici, qu'en

1884, année ou l'on a multiplié les écoulements à l'égout, le chiffre absolu de mortalité descend au-dessous de la moyenne de la période : de 14 il arrive à 7. Si nous considérons ce qui se passe à l'étranger, nous voyons que dans les 28 principales villes d'Angleterre, Londres compris, et sur une population de près de 9 millions d'habitants, la mortalité de la fièvre typhoïde s'abaisse de 9 à 3 entre les années 1850 et 1884, pendant lesquelles s'est accomplie la réforme des égouts inaugurée par le *Board of health*, et la réforme, c'est la suppression de la fosse poursuivie au nom de l'hygiène, l'introduction forcée du water-closet, et de la perte directe. Le danger de contagion n'existe donc pas ici davantage.

Ce qui est dangereux, ce n'est pas la matière fécale qui entre en égout, mais celle qui n'y entre pas, qui séjourne dans les cours, les fosses ou les rues, qui s'infitre sous le sous-sol, et va souiller l'eau des puits et l'air qu'on respire, tandis que si elle est entraînée dans le courant de la galerie, elle arrive à la bouche de l'émissaire avant d'avoir eu le temps de se décomposer et de devenir pernicieuse.

Les mesures techniques. — L'article 20 du règlement, lequel exprime la résolution essentielle de la Commission de 1883, pourra donc s'appliquer immédiatement aux collecteurs parcourus par de véritables fleuves d'eau, où les conditions de rapide entraînement sont remplies. Les galeries d'ordre secondaire ne sont pas encore, il est vrai, à l'état normal mais elles peuvent y arriver. La transformation des galeries de l'Opéra l'a démontré.

Les chasses à l'eau claire créeront le curage automatique des radiers, et c'est la condition essentielle pour supprimer les arrêts en route, les dépôts.

D'ailleurs là où l'eau et la pente font défaut, on peut employer les canalisations spéciales. Le système Waring, qui emploie les conduites en grès et a réussi en Amérique, fonc-

tionne à Paris au marché des Blancs-Manteaux, et débarrasse la rue Vieille-du-Temple. Le système pneumatique de M. Berlier continue son service à la caserne de la Pépinière. Enfin la canalisation faite sur une grande échelle par M. Durand-Claye dans les édifices publics et privés démontre qu'il y a pour la Ville une liberté d'action complète dans la même voie. Le *tout par l'égout* peut venir en aide au *tout à l'égout.* L'administration, marchant par étapes, étudiera chaque quartier, et lui appliquera le régime le plus convenable pour débarrasser les maisons, et amener leurs résidus dans les courants de chasse qui nettoieront les radiers et assureront une atmosphère salubre aux ouvriers de plus en plus nombreux de la ville souterraine.

Conclusion et avis. — Ces considérations, développées par MM. Vallin et Hudelo et défendues par eux dans la Commission plénière du 20 mars, entraînèrent les convictions, et obtinrent un vote d'unanimité sur l'avis suivant :

« Considérant que depuis deux ans aucun fait ne s'est produit dans l'ordre hygiénique pour infirmer les résolutions votées en 1883, tandis que les expériences et les essais ont montré que par des chasses d'eau avec une canalisation spéciale on peut obtenir l'écoulement direct et immédiat des matières de vidanges,

« Sous la condition que l'épuration des eaux d'égout soit assurée avant leur déversement dans la Seine,

« Il y a lieu de poursuivre la réalisation pratique des résolutions votées en 1883, en procédant dans un quartier de Paris à l'écoulement direct, en étendant les mêmes procédés aux autres quartiers de la capitale, si les résultats obtenus se maintiennent successivement favorables. »

C'est avec l'appui de ces sages précautions que le règlement et la loi de salubrité des maisons conquerront les approbations et réaliseront le bien.

IV. RÉSUMÉ GÉNÉRAL

Qu'on nous permette pour finir un historique rapide de l'assainissement à Paris.

Depuis le commencement du siècle, des esprits d'élite se sont voués à l'assainissement de Paris.

C'est d'abord le Premier Consul qui veut le canal de l'Ourcq et qui le livre à l'un de ses compagnons de l'expédition d'Égypte, Girard.

Girard, après vingt-cinq ans d'une vie de combat, n'atteint que la moitié de l'idée, les trois lignes navigables qui se croisent au port de la Villette.

L'autre moitié, la distribution des eaux d'Ourcq dans Paris, appartient, sous le gouvernement de Juillet, à MM. Dulau, Emmery, Mary. C'est l'époque de l'assainissement de la rue, qui prend la chaussée bombée et les trottoirs, autour des îlots de maisons lavés et drainés.

Sous le deuxième Empire, les chemins de fer amènent une révolution dans la circulation. La forte administration de M. Haussmann remanie le plan de Paris, et demande à Belgrand des eaux pures, et plus d'écoulements à ciel ouvert. Belgrand répond par la dérivation des sources et la construction de la ville souterraine : la Seine est purifiée à travers Paris. En même temps les irrigations de Gennevilliers qui réussissent montrent quelle sera la solution complète d'affranchissement du fleuve.

En 1870, la guerre fatale éclate et il semble que Paris va finir. Mais la renaissance succède à la ruine. Le Conseil municipal, par l'organe de ses rapporteurs, MM. Callon, Vauthier, Deligny, accepte les idées de progrès de ses devanciers, avec la ferme intention d'aller beaucoup plus loin dans l'intérêt des classes inférieures.

L'unité du service mise dans la main habile de M. Alphand

rétablit les vues d'ensemble. Les principes apparaissent en pleine lumière dans les Commissions techniques que guide la science de MM. Fauvel et Bouley, et l'on marche à grands pas vers l'assainissement nécessaire, presque forcé de la maison, de la rue et du fleuve.

Les générations qui nous suivront auront certainement un souvenir de reconnaissance pour les administrateurs qui ont cherché à prolonger chez leurs concitoyens le bien le plus précieux, la vie.

II. SERVICE D'ENSEMBLE DANS LES MÉTROPOLES

Pour achever l'étude que nous avons entreprise, il reste à présenter l'état actuel des services dans les trois capitales de Londres, Berlin et Paris. Distinguons les principes et les procédés d'application : les principes, discutés et fixés par la science, sont à peu près partout les mêmes; les procédés changent avec le climat et les habitudes.

Principes. — Il faut de l'eau pure, et les eaux de source, limpides et fraîches, valent mieux que les eaux de rivière, souvent troubles et de température inégale. Cela est admis. La difficulté vient avec les eaux d'égout : que faut-il en faire?

Ce sont les leçons de Liebig et Dumas qui, démontrant qu'un admirable équilibre existe entre les trois règnes de la nature, ont prouvé que les débris, les résidus de la vie devaient retourner au sol et à l'atmosphère. La *restitution* fut reconnue une loi.

Puis l'école de la réforme anglaise mit en lumière la *circulation*. L'eau d'égout peut se comparer au sang dans le corps humain. C'est de la chair coulante, qui apporte aux plantes leur nourriture d'élection, et qui reparaît vive et pure, prête à recommencer son cercle de fonctions.

La preuve de l'épuration des eaux manquait : elle fut donnée par le docteur Frankland et M. Schlœsing. Un sol perméable est un filtre qui arrête à la surface les matières suspendues, et qui, dans la couche traversée, brûle et minéralise les matières organiques dissoutes. Il y a là un véritable foyer de combustion

lente, mais il faut que l'air s'y renouvelle avec les intermittences d'arrosage.

Pourquoi, lorsque les immondices fermentent à l'abri de l'atmosphère, se dégage-t-il des gaz toxiques, qui constituent la putréfaction? Ici interviennent les vues profondes de M. Pasteur : les infiniment petits sont à l'œuvre dans la période de la décomposition. Les microbes anaérobies pullulent, enlevant l'oxygène aux matières qui le contiennent, préparant par degrés l'apparition de leurs successeurs, les aérobies, qui ne peuvent vivre que dans l'air libre.

Ces microbes divers, noyés dans les poussières flottantes, peuvent être des semences de contagion, qui lèveront, si on leur livre un milieu de culture favorable. C'est aux cellules de l'organisme à se défendre, et comme le germe peut pénétrer en nous avec l'air que nous respirons, avec l'eau que nous buvons, notre santé réclame dans la maison et dans la rue de l'air pur et de l'eau pure.

Ces principes posés, voyons comment on les applique.

Les Métropoles. — Dans les capitales, on tend à considérer la *Cité*, centre du mouvement des affaires, comme le noyau d'une zone assez étendue pour offrir une large place à des habitations nouvelles.

Londres a porté l'étendue de la Métropole à 33 000 hectares, sillonnés par des voies de transport rapide. Berlin, qui n'a encore que 2400 hectares de terrains bâtis, domine 6000 hectares, enveloppés par les voies du Métropolitain et de la Ceinture. Paris, qui depuis l'enceinte des fortifications a englobé 7800 hectares, absorbera probablement le département de la Seine. Les projets des réseaux de circulation, de la distribution d'eau, des collecteurs d'égouts, se préparent en vue d'une Métropole de 48 000 hectares.

Entrons maintenant dans ces grandes villes, et voyons-y l'état actuel des eaux, des égouts et des irrigations.

LES EAUX

Londres. — Londres prend 88 pour 100 de ses eaux aux rivières de la Lea et de la Tamise : les sources de la craie ne livrent encore que 12 pour 100. La dotation monte à 160 litres par tête pour une population de 5 millions d'âmes, et presque en entier elle va au service privé. L'eau de rivière, assez douce, est aujourd'hui bien filtrée, mais de température variable comme les saisons. De plus, elle est livrée pour une forte part en service intermittent, et la citerne, nécessaire alors, est reconnue une abomination domestique, tant elle est sale et dangereuse. Quand on veut le service à pression constante et plus de citerne, il faut subir des taxes supplémentaires. Aussi Londres appelle les eaux de source, la distribution sur conduites toujours en charge, et des tarifs uniformes. Peut-être pour y arriver faudrait-il la fusion des huit compagnies qui se partagent le territoire, et une centralisation des eaux analogue à celle qui s'est établie pour les égouts avec le Metropolitan Board of Works.

Berlin. — Berlin abandonne de plus en plus les eaux de rivière de la Sprée pour l'alimentation aux puits-sources de la nappe des sables. La dotation y est de 60 litres par tête pour une population de 1 200 000 âmes : elle est appliquée presque uniquement au service privé. L'air pluvieux du climat, ici comme à Londres, lave les chaussées et les ruisseaux. Berlin, rajeuni par la réforme, ne vise qu'à faire pénétrer dans toutes les habitations la distribution et le drainage qui ont assaini les quartiers riches.

Paris. — Paris est la seule capitale qui jouisse d'une double canalisation. Les eaux des rivières d'Ourcq, de Marne et de Seine

appartiennent aux voies publiques, aux squares, aux fontaines décoratives, aux usines : c'est un service à basse pression. Les sources pures, limpides et fraîches de la Dhuis et de la Vanne sont réservées à la distribution privée, et montent à haute pression jusqu'aux derniers étages, prêtes en même temps en cas d'incendie. La dotation pour 2400000 âmes de population est de 170 litres par tête ; 110 litres, presque les deux tiers, répondent aux besoins publics, les besoins domestiques gardant 60. Il y a double tarif, et liberté d'usage, modéré par le compteur qui sert de frein aux abus.

Ces bases d'exploitation sont établies, vérifiées, acceptées : ce que l'on cherche, c'est l'augmentation des quantités d'eau de rivière et de source, et en même temps l'abaissement des tarifs, de manière à répandre de plus en plus l'usage de l'eau, et à élever le ménage parisien aux habitudes de propreté des ménages belges et anglais.

LES ÉGOUTS

Londres. — Le drainage doit s'examiner dans la maison et dans la rue.

A Londres, la maison devient un modèle de salubrité surveillé par des associations de propriétaires. Elle est drainée avec des tuyaux de petit diamètre, dans lesquels l'eau circule. Les conduites, commençant avec le plomb, finissant avec le grès, s'infléchissent en siphon dès qu'il faut ménager une fermeture hydraulique.

Les descentes sont distinctes et spéciales pour les vidanges, les eaux pluviales et ménagères. Elles sont lavées par des réservoirs de chasse intermittents, aérés par des ventouses en libre communication avec l'atmosphère. Elles se réunissent avant la pénétration en égout, et là un dernier siphon de protection est nettoyé par toutes les eaux qui ont passé dans la maison.

L'eau et l'air travaillent partout ensemble.

Dans les rues, l'égout de briques n'a d'autre fonction que l'écoulement souterrain des eaux de toute nature, publiques ou privées : il n'a jamais à recevoir de conduites. Il va grandissant de section à mesure qu'il répond à des bassins de plus en plus étendus ; ovoïde d'abord, puis circulaire, il devient un triple aqueduc quand il s'agit de porter l'émissaire jusque dans la baie de Tamise. Les curages s'opèrent le plus possible par des courants dont la vitesse se rétablit au bas des pentes par l'aspiration de machines. La force mécanique est à l'œuvre au dedans et au dehors de la Métropole. Londres s'est exonéré du mal intérieur des eaux d'égout au prix d'une dépense de cent millions. Mais la perte à la mer, qu'on croyait suffisante, produit déjà des inconvénients si graves, qu'il faut reprendre la question des débouchés.

Berlin. — Berlin, pour des raisons d'économie, de situation, a adopté comme organes du drainage des maisons et des rues, les tuyaux de grès de petit diamètre. Les galeries, assez hautes pour admettre un ouvrier debout, sont ici des collecteurs. Jusqu'à présent ces dispositions ont réussi, et les obstructions dans le réseau souterrain ont été facilement enlevées. Probablement pourtant, les améliorations intérieures tendront à développer les égouts de briques. Déjà, dans les voies d'active circulation, s'il y a d'un côté de la chaussée un tuyau en grès, il y a de l'autre côté un ovoïde de type réduit en briques. On surveille mieux alors les écoulements et les dépôts.

Paris. — Paris, à l'inverse de Berlin, a toute sa canalisation de drainage en égouts de grande section. Il le fallait pour mettre partout les conduites d'eau sous galeries et pour affranchir les voies publiques du désordre des fouilles de branchement. Il en est résulté la ville souterraine, monument bien digne de l'attention de l'étranger. Ces galeries, préparées au mouvement des

ateliers, ont des voies de fer de $0^m,60$ et de $1^m,20$ et des banquettes enfermant le cours des eaux, banquettes le long desquelles on circule à pied sec. Les manœuvres mécaniques, aidées par le travail des chasses, rendent de jour en jour le curage plus facile et plus sûr, et permettront de tenir la ville souterraine dans le même état de propreté, de salubrité même que la ville de circulation. Il le faut, pour qu'il n'y ait pas d'obstacle à un progrès que l'hygiène de la maison exige : c'est la suppression des fosses fixes et l'écoulement des vidanges en égout. Dès que les radiers seront toujours libres de dépôts et parcourus par des eaux torrentielles, les matières noyées iront sans cesse et sans délai des waters-closets des logements aux champs d'épuration.

LES IRRIGATIONS

Londres. — Londres a cru en avoir fini de ses eaux d'égout en les jetant dans la baie de Tamise. Au bout de vingt ans les inconvénients se révèlent. Le chenal maritime s'obstrue par des flots de bouc auprès des émissaires du drainage. Les équipages, les pêcheurs, les riverains se plaignent des vases et des courants infects. La Commission de 1884 a déclaré que la voie qui conduisait les navires au port de Londres ne pouvait rester ainsi corrompue, et qu'il y avait nécessité impérieuse à l'assainir. Elle a indiqué comme remède la séparation, dans les eaux d'égout, des solides et des liquides, l'emploi des solides comme terrain d'engrais, l'épuration des liquides par la filtration intermittente. Les études qui vont venir ramènent vers les seules solutions définitives, celles qui terminent la circulation par la restitution.

Berlin. — Berlin a pris du premier jour son parti. L'assainissement en ville, enlevé aux écoulements en rivière, y repose

sur l'irrigation des sables. Les résultats ont apparu aussi favorables que les promettait la théorie. Seulement, pour marcher dès le premier jour avec sécurité, il a fallu subir la culture en régie, et compter sur l'avenir pour changer de régime et appeler le concours de la culture libre.

Paris. — Paris pour atteindre le même but a adopté une autre voie. L'épuration des eaux d'égout a été tentée par les procédés chimiques et par l'application au sol. C'est l'irrigation qui est restée maîtresse du terrain.

La Ville a cherché des cultivateurs libres, elle a fait à ses frais leur éducation, et a trouvé en eux les meilleurs auxiliaires. La plaine de Gennevilliers, avec ses doubles récoltes sur 600 hectares, ses 200 familles vivant à l'aise malgré de forts loyers, et ses 850 vaches laitières nourries sur ses herbages, peut compter comme l'une des campagnes les plus fécondes du pays. Elle est le point d'appui de l'assainissement dans Paris, car elle a prouvé que les eaux noires additionnées de vidanges peuvent devenir des eaux limpides, fraîches, pures de matières organiques, et qui coulent à la Seine, comme des ruisseaux partis de la montagne.

Mais le service rendu à l'assainissement du fleuve ne porte encore que sur un quart du débit total des égouts. Pour que la totalité des courants qui salissent la Seine soit épurée il faut un prolongement d'aqueduc de 18 kilomètres vers la presqu'île de la vallée : et il faut au bas de la forêt de Saint-Germain, sur les terrains domaniaux d'Achères, un régulateur de 1200 hectares permettant de consommer en régie à l'extrémité ce que les cultivateurs libres n'auront pas utilisé sur la route. C'est la demande que forme la Ville de Paris près des pouvoirs publics, et qui est combattue avec passion par des intérêts effrayés. La décision viendra, nous le croyons, et dix ans après qu'elle aura été appliquée, on ne comprendra plus qu'elle ait pu être si difficilement conquise.

Résumé. — En résumé, si Londres appelle un meilleur régime des eaux pures et une épuration rationnelle des eaux d'égout; si Berlin, sans viser au grand, a réussi rapidement et économiquement une transformation nécessaire, Paris, pour devenir une ville aussi salubre que belle, réclame comme compléments :

Dans le service privé, la maison assainie sur le modèle de la maison anglaise;

Dans le service public, la ville souterraine tenue avec la propreté de la ville de circulation, et la campagne mise en état d'assurer l'épuration des eaux d'égout par l'union de la culture libre avec le travail en régie d'un régulateur.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES

II. LA POLLUTION DES RIVIÈRES EN ANGLETERRE ET EN ALLEMAGNE

III. PARIS

PREMIÈRE PÉRIODE

De l'origine de Paris à la Révolution de 1789.

DEUXIÈME PÉRIODE

De 1790 à 1830.

TROISIÈME PÉRIODE

Le gouvernement de Juillet (1830-1850).

QUATRIÈME PÉRIODE

Le second Empire (1850-1870).

CINQUIÈME PÉRIODE

De 1870 à 1880.

SIXIÈME PÉRIODE

De 1880 à 1885.



FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

12398. — Imprimerie A. Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.



